



Industriales

Escuela Técnica  
Superior  
de Ingeniería  
Industrial

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

## Mejora del plan de mantenimiento de una línea de llenado y envasado de jabón líquido basado en el análisis de fallos

**TRABAJO FIN DE GRADO**

GRADO EN MECÁNICA.

**Autor:** Paula Carpena Bañón  
**Director:** José Luis Aguirre



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

Cartagena, 22 de diciembre de 2014





# ÍNDICE

1. Introducción al Trabajo Fin de Grado
  - 1.1. Perfil de la compañía
  - 1.2. Organigrama de la empresa
  - 1.3. Definición del problema
  - 1.4. Objetivo
  - 1.5. Fases del trabajo
2. Fundamentos teóricos
  - 2.1. Definición de mantenimiento
  - 2.2. Lean Manufacturing
  - 2.3. Mantenimiento centrado en fiabilidad
  - 2.4. Plan preventivo
3. Funcionamiento de la instalación
  - 3.1. Lay out
  - 3.2. Descripción de la línea
  - 3.3. Descripción de los equipos
4. Análisis global de paradas
  - 4.1. Análisis paradas mantenimiento preventivo
  - 4.2. Análisis paradas mantenimiento correctivo
  - 4.3. Análisis paradas operación
5. Análisis de la situación actual de mantenimiento
  - 5.1. Descripción de tareas para cada uno de los equipos
  - 5.2. Información obtenida de operarios
  - 5.3. Síntesis de la situación actual de mantenimiento
  - 5.4. Problemática del mantenimiento actual
6. Propuesta de plan de mantenimiento preventivo
  - 6.1. Nuevas tareas de mantenimiento
  - 6.2. Justificación del nuevo plan de mantenimiento
7. Análisis de resultados y propuestas de mejora
  - 7.1. Respecto al funcionamiento de la instalación
  - 7.2. Respecto al análisis de fallos global
  - 7.3. Respecto a la situación actual de mantenimiento
  - 7.4. Respecto a la propuesta de nuevas tareas de mantenimiento
  - 7.5. Otras posibles mejoras
8. Conclusión
9. Bibliografía

## **Resumen**

Este Trabajo Fin de Grado tiene por objeto la planificación e implantación de un plan de mantenimiento preventivo en una instalación industrial actualmente en funcionamiento y dedicada a la fabricación de productos de lavado.

En primer lugar se necesita realizar una recogida de información sobre los equipos, sus funciones programadas de mantenimiento y el funcionamiento de la instalación. Con estos datos se realiza un estudio de la situación actual; de su gestión documental y de las actuaciones referentes a los Planes de Mantenimiento, cotejando estos datos de la manera precisa.

Posteriormente, investigaremos los posibles fallos de línea, cuantificándolos porcentualmente, determinando los posibles efectos que producirían y estudiando el origen.

Por último, se relacionarán los fallos, con la situación actual de mantenimiento, para proponer las posibles soluciones y se hará una propuesta final de mejora.

# ANEXOS



# 1. Introducción al Trabajo fin de grado

Con motivo de la realización de unas prácticas de empresa extracurriculares en la industria jabonera Lina SAU (Linasa) de Marzo a Junio del 2014, en el departamento de oficina técnica, y tras haber observado las constantes paradas de línea y, ya que se pretende implantar un plan de mejora continua, he visto la oportunidad de organizar e implementar un plan preventivo de una línea de llenado y envasado de productos líquidos.

## 1.1. Perfil de la compañía

La Industria jabonera Lina SAU (Linasa) es una empresa familiar fundada en 1955 destinada al desarrollo y elaboración de productos para el lavado de la ropa, del hogar y el cuidado personal. Cuenta con tres centros de producción situados en Argelia, Málaga y Murcia siendo esta última su sede principal ubicada en Las Torres de Cotillas.

La factoría principal está provista de 5 instalaciones:

Planta de productos líquidos: se divide 4 áreas: detergentes líquidos, suavizantes, lavavajillas y cuidado personal. Cuenta con 8 líneas de producción.

Planta de detergente en polvo: esta planta se complementa con 11 líneas de envasado automatizadas.

Planta de envases: donde se fabrican todos los envases necesarios para la empresa. Cuenta con 20 equipos sopladores.

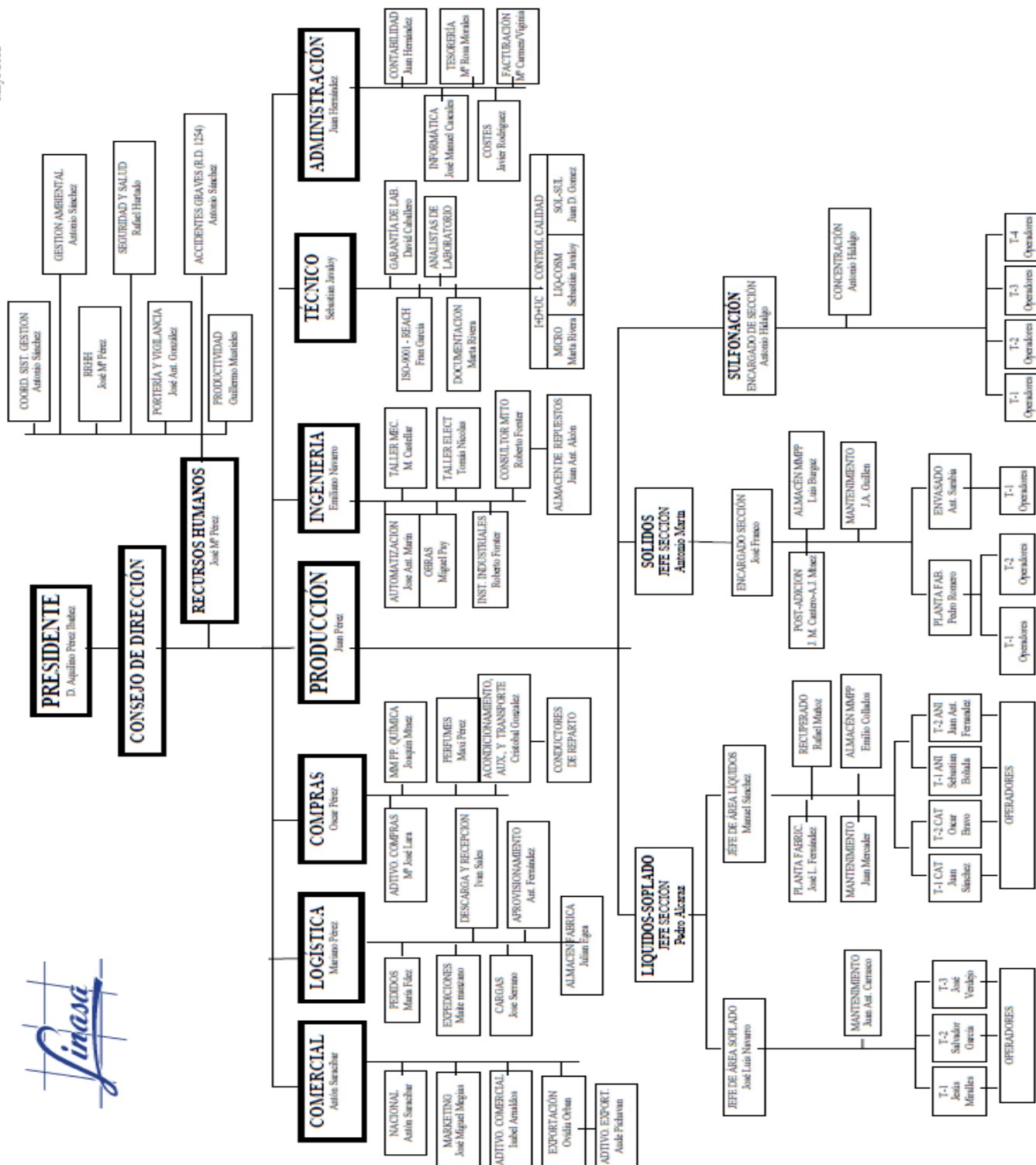
Planta de sulfonación: para producir el gran volumen de suministro de sus materias primas.

Planta de cogeneración: está compuesta por 3 motores de gas destinados a la producción de energía eléctrica y térmica.

Este Proyecto se centra en la planta de productos líquidos que consta de 8 líneas de llenado y envasado y más concretamente en la Línea 4, encargada del llenado y envasado de detergente líquido para el lavado de ropa.

*Linasa*

Mayo 2012



### Figura 1

### 1.3. Definición del problema

Una de las grandes dificultades a las que se enfrenta la fábrica de productos líquidos es la falta de organización y planificación reflejada en una continua parada de línea que produce pérdidas tanto económicas como de tiempo. Este problema puede deberse a un hábito de realización de los procesos que supone un acomodamiento e impide que la industria jabonera pueda mejorar su producción.

Además, no sólo impide que mejore sino que hace que la línea de llenado y envasado sea poco eficiente, lo que puede acarrear serios problemas a la empresa a largo plazo.

### 1.4. Objetivo

El principal objetivo de este Trabajo Fin de Grado será el análisis de la situación actual de la planta y de su mantenimiento, proponiendo mejoras en los planes preventivos con el fin de reducir el número de avería y tiempos de parada de la línea de llenado y envasado. Para conseguir este objetivo se realizará un análisis sobre los modos de fallo más comunes y sobre sus consecuencias.

Se estudiará, además, la viabilidad de acciones preventivas que erradiquen, o mitiguen, los efectos principales de fallo.

### 1.5. Fases del trabajo

- Recogida de información y entrevistas:
  - Equipos que forman la línea.
  - Función de cada equipo.
  - Funcionamiento de la línea al completo.
- Estudio de la situación actual:
  - Estudio del actual sistema de gestión documental.
  - Recogida de datos y desglose detallado de las actuaciones referentes a los Planes de Mantenimiento.
  - Estudio de estas actuaciones, correspondientes a cada uno de los equipos.
  - Cotejo de la información relativa a las actuaciones (tanto con manuales, como con operarios).
- Análisis de datos, estructuración de la información:
  - Investigación de posibles fallos de línea.
  - Determinación de los posibles efectos que producirían estos fallos.
  - Estudio del origen del fallo.
- Creación del nuevo plan:
  - Investigación de las posibles soluciones.
  - Relación de los fallos con la situación actual de mantenimiento.
  - Estructuración de un nuevo plan de mantenimiento.
  - Propuesta final.

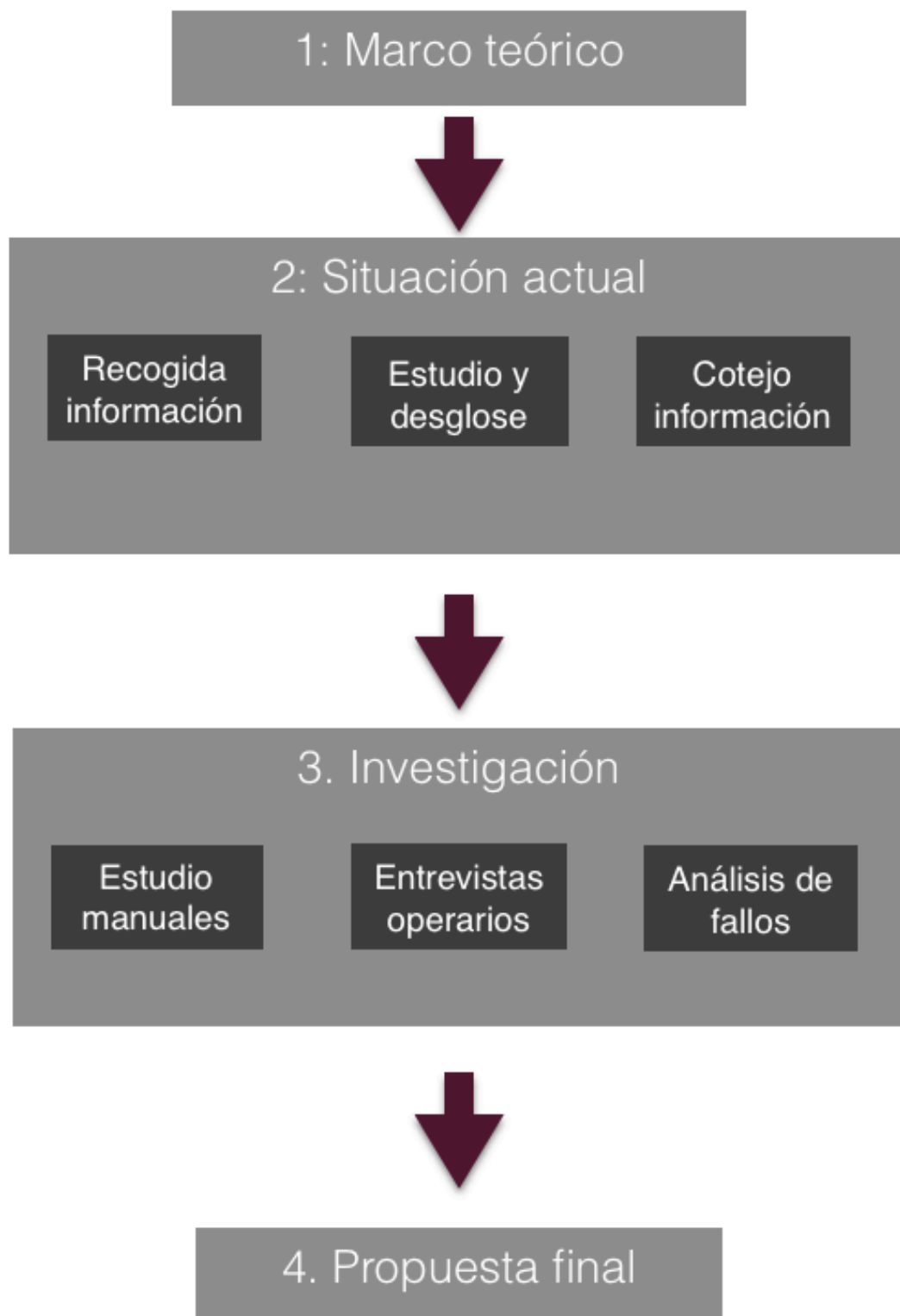


Figura 2. Esquema procedimiento



## **2. Fundamentos teóricos**

El marco teórico se lleva a cabo con el propósito de obtener un amplio conocimiento para resolver el problema que se plantea. En este caso, se ha creído oportuno realizar una introducción al Mantenimiento ya que todo este proyecto se engloba dentro de éste. El estudio nos lleva al análisis de otros términos como Lean Manufacturing, Mantenimiento centrado en fiabilidad (RCM) y plan preventivo de mantenimiento.

1. Definición de mantenimiento
2. Lean Manufacturing
3. Mantenimiento centrado en fiabilidad
4. Plan preventivo

### **2.1. Definición de mantenimiento**

A partir de la la globalización de los mercados, las empresas se han vuelto cada vez más competitivas. Teniendo en cuenta que los beneficios de una industria viene dado por los ingresos que recibe y, que éstos, dependen de la venta de productos y servicios, el punto de mira debe estar en la mejora continua de la producción. Por consiguiente, una de las consideraciones a tener en cuenta hoy en día es obtener la mayor rentabilidad económica en función a la máxima producción y una más rápida capacidad de respuesta.

El aspecto primordial en una empresa es lo que le hace capaz para producir, es decir, los equipos de producción. Por ello, es un factor clave la conservación de los equipos para que, tanto la productividad como la calidad, sea la máxima posible. De ahí la importancia del mantenimiento con lo que se pretende alargar la vida útil de las máquinas que constituyen la instalación para que sea rentable y lo más eficaz y eficiente posible.

Para controlar el estado o corregir un sistema para asegurar su funcionamiento a un coste mínimo realizamos lo que se denomina el Mantenimiento. El mantenimiento se define como:

- “Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente” (Real Academia Española).

- “Conjunto de disposiciones técnicas, medios y actuaciones que permiten garantizar que las máquinas, instalaciones y organización de una línea automática de producción pueden desarrollar el trabajo que tienen previsto” (Mantenimiento Integral en la Empresa, Francisco Rey Sacristán, 2001).

Dicho esto, es preciso saber que pueden aparecer dos tipos de mantenimiento, correctivo o preventivo. El mantenimiento correctivo se realiza con el fin de reparar o corregir algo. Por el contrario, el mantenimiento preventivo se realiza para que el fallo no se produzca, consiste en adelantarse y mantener el buen estado.

Para la elaboración del mantenimiento es preciso marcar objetivos claros para el diseño y la posterior implementación, así como disponer del personal cualificado para dicha tarea y obedecer siempre las indicaciones marcadas por fabricantes de todo equipo que constituya nuestra instalación.

## **2.2. Lean Manufacturing**

Lean Manufacturing es un modelo de gestión con el que se pretende una cultura de organización eficiente. Aunque es un concepto mucho más amplio y complejo del aplicado en este Trabajo Fin de Grado, es un patrón a seguir para lograr la mejora continua debiendo ser el objetivo permanente de toda organización.

Una de las herramientas que definen el Lean Manufacturing es el TPM (Mantenimiento Productivo Total) destinado a la erradicación de pérdidas de los equipos, es decir, eliminación de desperdicios (tiempos de paro del sistema, velocidad adecuada según la capacidad de los equipos, malfuncionamiento de las operaciones de un equipo) y así conseguir la eficiencia total de una instalación. El TPM también es un concepto muy amplio pero que recoge las nociones básicas de mantenimiento que deberemos tener en consideración para la elaboración del Plan de Mantenimiento. Los objetivos principales del TPM son:

- Contribución de todo el personal de la compañía, desde alta dirección hasta operarios de planta.
- Creación de cultura corporativa orientada a la obtención de máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinaria.
- Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas.

### 2.3. Mantenimiento centrado en fiabilidad (RCM)

El mantenimiento centrado en fiabilidad es un tipo de mantenimiento preventivo que consiste en un procedimiento que pretende determinar las actuaciones necesarias para que se siga cumpliendo las funciones de los equipos para la satisfacción de los usuarios.

El objetivo principal del RCM es mejorar la fiabilidad, es decir, que el tiempo de parada por averías imprevistas sea el mínimo posible para que, de esta manera, no interrumpen el desarrollo de la producción. Además, se busca aumentar la disponibilidad de producción y disminuir, a su vez, los costes de mantenimiento.

Para llegar a esto, las 7 preguntas básicas para el análisis del sistema:

- *¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?*
- *¿De qué manera falla en satisfacer sus funciones?*
- *¿Cuál es la causa de cada fallo funcional?*
- *¿De qué manera importa cada fallo?*
- *¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir cada fallo?*
- *¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?*

Una vez resueltas estas cuestiones daremos con un resultado con el que se podrá realizar un plan de mantenimiento que responda a nuestras necesidades.

### 2.4. Plan preventivo de mantenimiento.

Visto todo lo anterior, se llega a la conclusión de la importancia de tener un correcto plan de mantenimiento. Por ello, la necesidad de creación de uno tal que satisfaga las necesidades de mejora de la línea de producción en la que va a centrarse este Trabajo, para llevar a una más alta productividad, disminuyendo los fallos imprevistos, el tiempo empleado en corregirlos, los costes adicionales, aumentar la vida eficaz de los equipos, ordenar las tareas para reducir la carga de trabajo, garantizar la seguridad, facilitar la gestión de existencias y, con todo ello, mejorar el clima de las relaciones humanas.

Para determinar el conjunto de tareas de carácter preventivo que se deben aplicar en una instalación, se emplean en general tres métodos:

- Recopilar las recomendaciones de los fabricantes de los equipos.
- Basarse en la experiencia de los técnicos y responsables de mantenimiento, de esa planta y de otras, para realizar un conjunto de tareas genéricas por equipo.
- Realizar un análisis de fallos de la instalación.

### 3.Funcionamiento de la instalación

#### 3.1. Lay out

En este apartado se presenta la figura 3, donde se visualiza el plano realizado con AutoCAD en planta de fase 1 de la línea de llenado y envasado de la planta de líquidos LQ. Se contemplan las distintas fases a las que se somete el proceso indicando cada uno de los equipos que la componen.

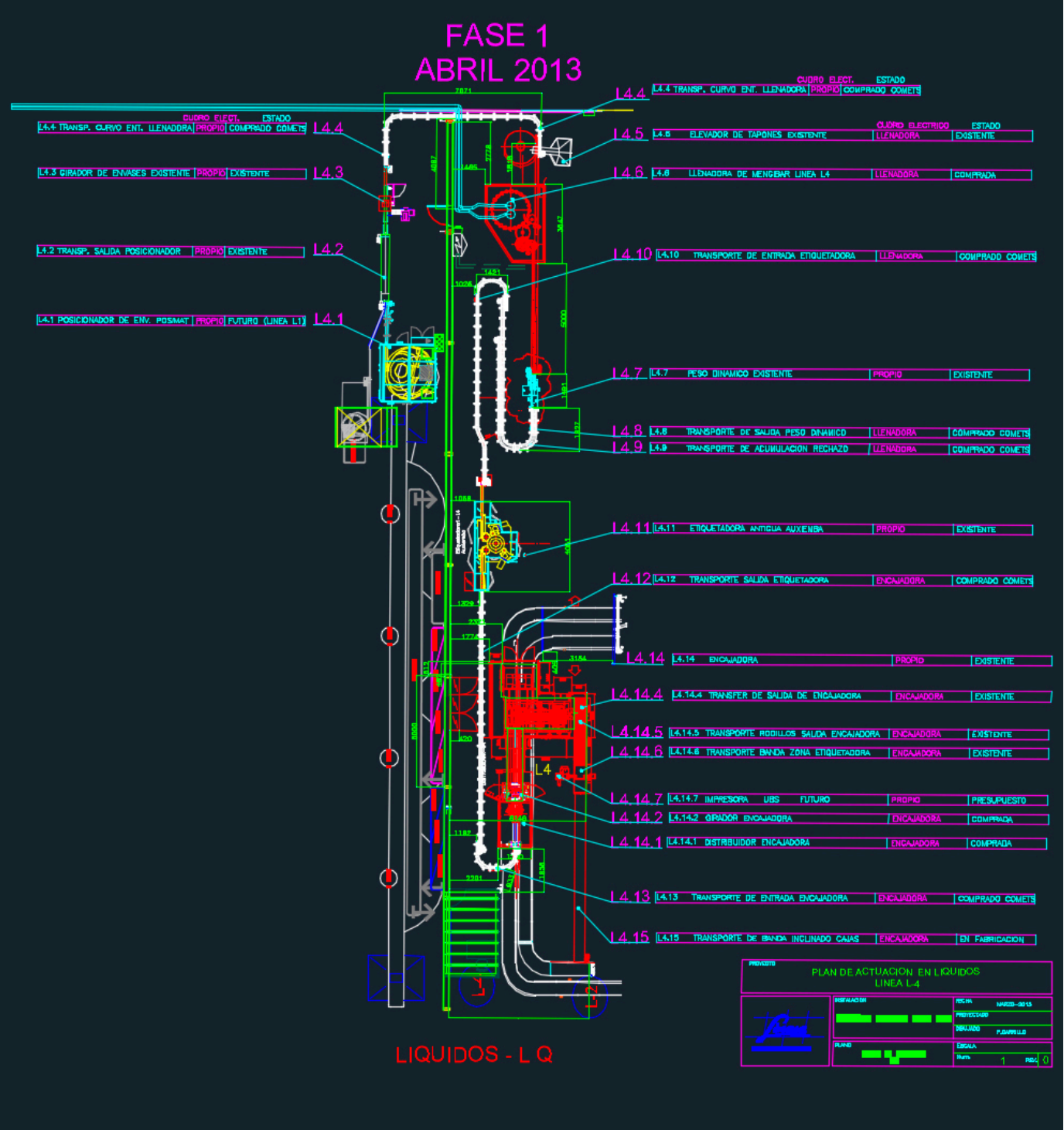


Figura 3. Presentación en planta de fase 1 de la línea de líquidos LQ

### 3.2. Descripción de llenado y envasado de detergente líquido.



Figura 2. Vista general 1 de la línea



Figura 5. Vista general 2 de la línea

La línea número 4 en la Industria Jabonera LINASA se encarga de la recepción de botellas de plástico, seguido de su posicionamiento, llenado de detergente líquido, taponado y posterior embalado para su distribución.

Las botellas de plástico utilizadas en esta línea son producidas en distintas formas y tamaños, según el formato al que correspondan, en una planta de soplado de la misma empresa, donde se almacenan para más tarde transportarlas a la planta de líquidos. El proceso que se define en este apartado comienza con la recepción de estas botellas que vienen acumuladas en un tanque de almacenamiento.

Este tanque de botellas de plástico, se coloca en una plataforma de contenedores de botellas, cuya vibración y desplazamiento vertical hacen que el interior del tanque de almacenamiento se vacíe depositando todo su interior en la cinta transportadora.

Una vez caen en la cinta transportadora quedan todas amontonadas y desordenadas, de modo que el paso siguiente será su traslado a un posicionador de botellas automático. Estas botellas entran al posicionador a través de una ventana situada en la zona superior donde pasan a un preorientador cuya finalidad es que las botellas lleguen horizontales a los embudo. De ahí salen colocadas de forma adecuada a otra cinta transportadora.

Continúa ahora pasando por un girador que hace que las botellas estén en la posición correcta según donde tenga el mango para agarrarlas. Si, por el contrario, son botellas cilíndricas y no importa la dirección que tomen, este paso se omite.

A continuación se encuentra el proceso de llenado y taponado donde se deposita el detergente líquido en las botellas, que van pasando por grupos de 24 y llenadas simultáneamente, para después trasladarse en grupos de 6 para su taponado.

Seguidamente se procede al pesado de las mismas en una máquina pesadora que controla los productos que pasan por la línea. En el caso de que alguno de ellos no cumpla con las especificaciones de peso programadas, rechaza el producto.

Las botellas que cumplen siguen el proceso hasta una máquina etiquetadora rotativa de cola fría donde se le añade su identificación.

Por último, son clasificadas en grupos en una máquina divisora y encajadas para su posterior embalaje y distribución.



### 3.3. Descripción de los equipos

Esta instalación se compone de las siguientes máquinas, denominadas según el código de localización usado en la empresa Linasa:

- Plataforma de contenedores de botellas (LIN. 2030)



Figura 4. Plataforma de contenedores de botellas

Su código de la empresa es lin.2030. Será el primer paso para el comienzo de la línea 4 de llenado y envasado. Esta máquina tiene la función de depositar las botellas de plástico en la cinta transportadora para que empiece el proceso (figura 4).

Previamente, las botellas son realizadas en otra planta, denominada planta de envases, donde 20 equipos sopladores se encargan de fabricar todos los envases necesarios para abastecer toda las líneas de producción. Las botellas realizadas en dicha planta, se almacenan en tanques que luego se distribuyen, en distintos formatos, en las distintas plantas para su posterior elaboración.

El tanque de almacenamiento se sitúa en la parte superior de la plataforma. Cuando se acciona, la plataforma comienza a vibrar y toma una posición de inclinación respecto al eje horizontal, de manera que las botellas comienzan a caer en la cinta transportadora situada en la parte posterior.



- Cintas transportadoras

No le asignamos codificación de empresa ya que pueden haber varias, incluso no estar identificadas. Las cintas transportadoras que nos encontramos en esta línea son de tres tipos. Según cual sea la función en el determinado momento del proceso, una u otra podrá ser más adecuada.

La primera que nos encontramos es una cinta de banda ancha, simple (figura 7). Esta cinta está situada entre la plataforma de contenedores y el posicionador de botellas. Se encarga de transportar las botellas todas acumuladas.



**Figura 7. Cinta transportadora**

Más adelante en el proceso nos encontraremos otros dos tipos de cintas: de aspiración y de cadena. La primera, es un tipo de cintas que contiene un aspirador que mantiene las botellas en posición correcta para que no vuelquen (figura 8). La segunda, es una cinta formada por la unión de eslabones (figura 9).



Figura 8. Cinta transportadora de aspiración



Figura 9. Cinta transportadora de cadena

- Posicionador de botellas (LIN.1629)

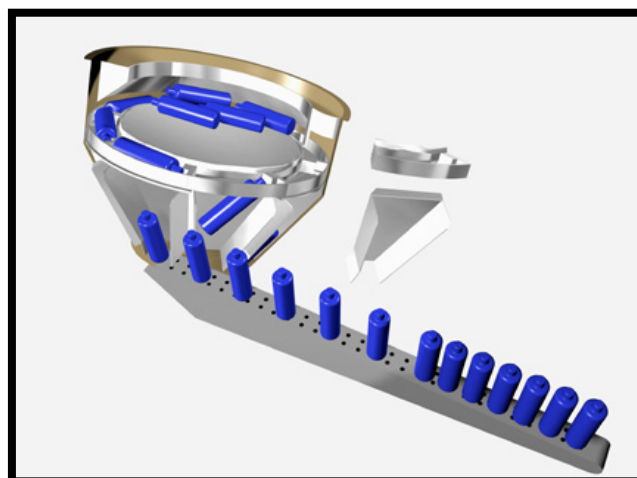


Figura 10. Posicionador de botellas

El código de la empresa para esta máquina es el lin.1629. Es un paso clave para el buen funcionamiento de toda la línea. Se encarga de colocar las botellas de forma adecuada y ordenada para el posterior transporte y llenado. Se compone de distintas zonas: de carga, de preselección y llenado de alvéolos, de selección, de caída en los embudos y de detección y expulsión (figura 8).

Los envases entran al posicionador a través de una ventana practicada en la parte superior de la tapa (ZONA DE CARGA) desde donde van a la ZONA DE PRESELECCIÓN.

En el interior de la máquina hay un disco rotativo en cuya periferia giran en sentido contrario los cajetines de selección o alvéolos. Éstos junto con una pieza soporte, hacen que las botellas descendan a través de los embudos en posición vertical (ZONA DE SELECCIÓN). Estos canales de caída, ZONA DE CAÍDA, guían las botellas hasta la salida de la máquina, depositándolas en un transportador de salida (ZONA DE DETECCIÓN Y EXPULSIÓN).

- Girador de botellas (LIN.3542)

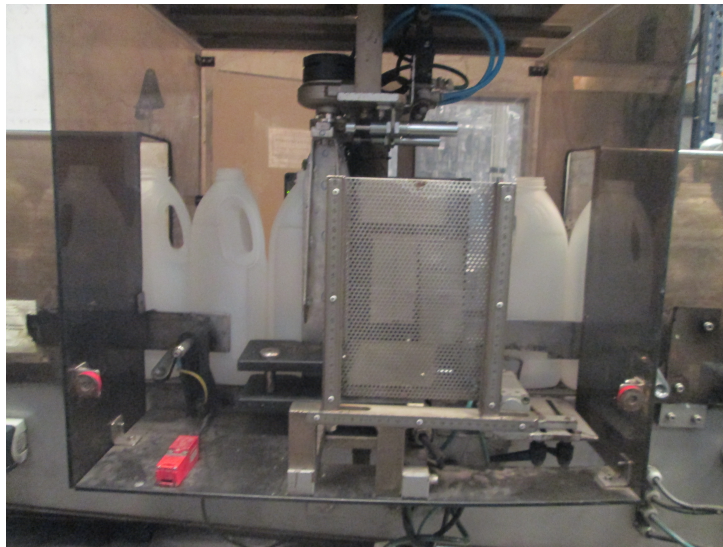


Figura 10. Girador de botellas

La codificación para esta máquina es lin.3542. Es una pequeña y simple máquina encargada de girar las botellas para que todas estén en la misma posición (figura 11). Solo se emplea para formatos de botellas que no sean simétricas (envases con asas). En los envases simétricamente iguales (botellas cilíndricas) este paso será omitido.

- Llenadora y taponadora (LIN.3359)

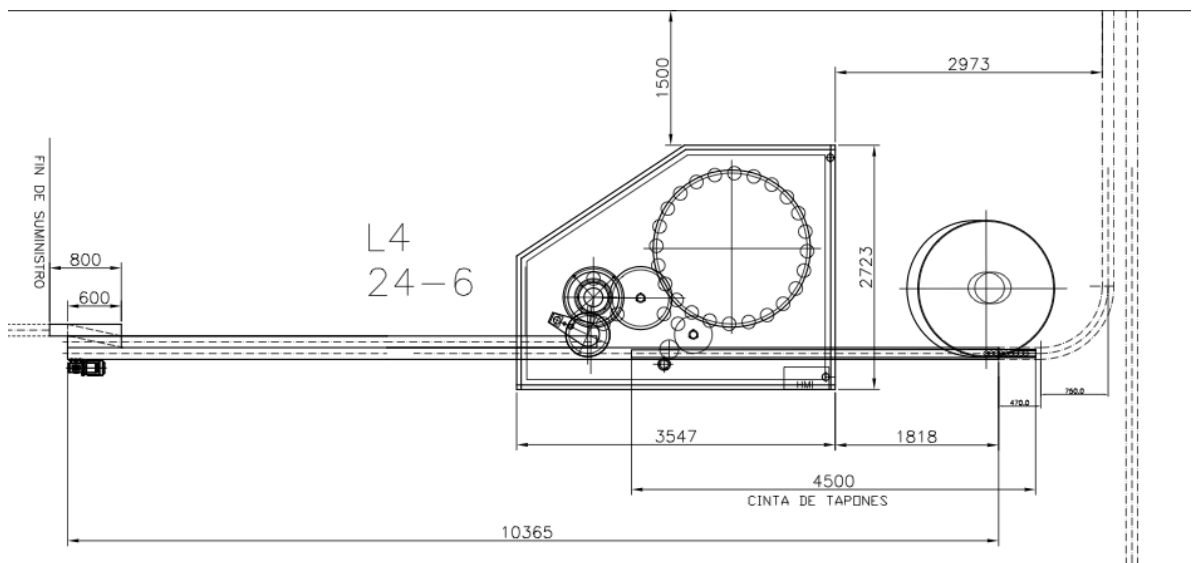


Figura 11. Llenadora y taponadora

La llenadora y taponadora tiene de código el lin.3359. Es la encargada de llenar los envases y de depositar los tapones, como su propio nombre indica (figura 12).

Consta de veinticuatro estaciones de llenado equipadas con caudalímetros másicos que permiten el cargado de las botellas simultáneamente, para luego pasar a un juego de seis estaciones de tapado aptas para tapones a rosca. También contiene transportadores para poder conducir las botellas en el interior del mecanismo y, finalmente, un sistema automático de rechazo de envases.

- Pesadora (LIN.3790)



Figura 12. Pesadora

La pesadora de la línea posee la codificación lin.3790. Está situada a la salida de la llenadora y taponadora y se encarga de la selección y descarte de los productos (figura 13).

La función principal de la pesadora está basada en un control estadístico y productivo de la línea. Revisa todos los productos que pasa y, en caso de que alguno de ellos no cumpla con las especificaciones de peso programadas, separa el producto de la misma. Permite realizar, además, cálculos estadísticos de proceso como rendimientos, desviaciones y pesos medios. Se forma por el sistema transportador, el captador eléctrico y el equipo electrónico.

- Etiquetadora (LIN.1641)

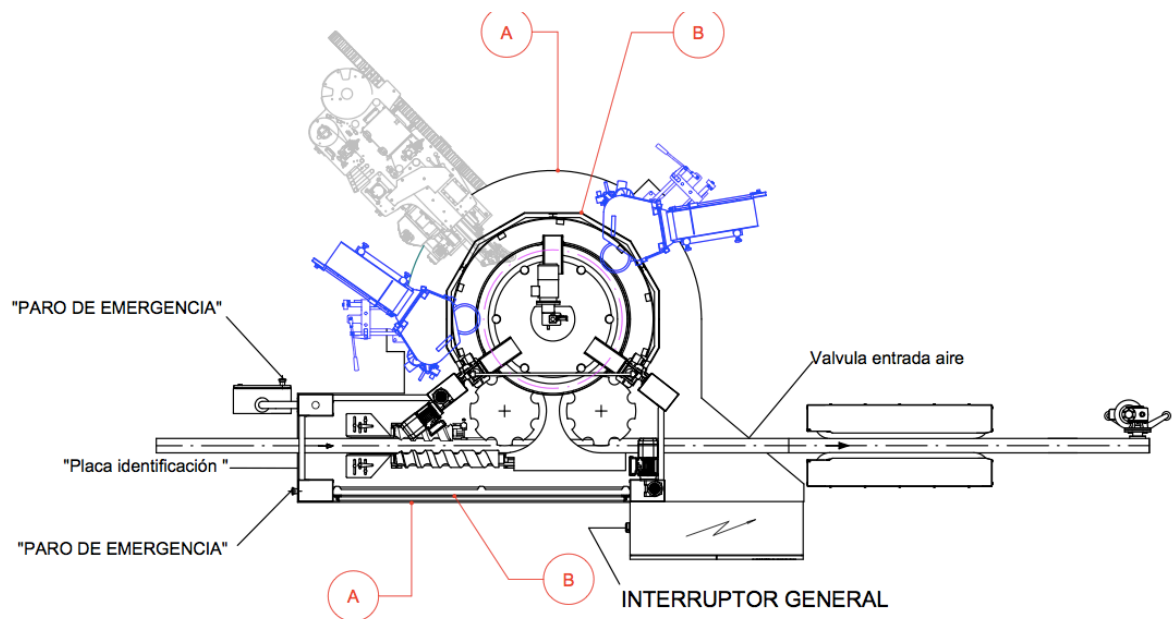


Figura 13. Etiquetadora

Una vez seleccionadas las botellas que cumplen las especificaciones pasan a la etiquetadora (figura 14), lin.1641, donde se les identifica por ambos lados con unos adhesivos según el formato.

Está equipada por un carrusel con bases centradoras de botellas para un perfecto posicionado de las botellas no cilíndricas, con dos cabezales adhesivos de cola fría que son los encargados de la identificación de cada envase.

Una vez salen de esta máquina, las botellas ya están llenas, tapadas, con el peso correcto e identificadas, por lo que pasan a la segunda fase del proceso, que será su clasificación y encajamiento para su posterior comercialización.



- Divisora de brazos paralelos.



Figura 14. Divisor de brazos paralelos

Al ser una máquina recientemente incorporada a la línea todavía no tiene código de la empresa. Su función principal es clasificar un grupo de botellas agrupándolas para su posterior encajado. Esto se realiza mediante una cinta transportadora y unos brazos que se van desplazando, dividiendo un número determinado de botellas de otro, para agruparlas.

- Encajadora (LIN.1649)

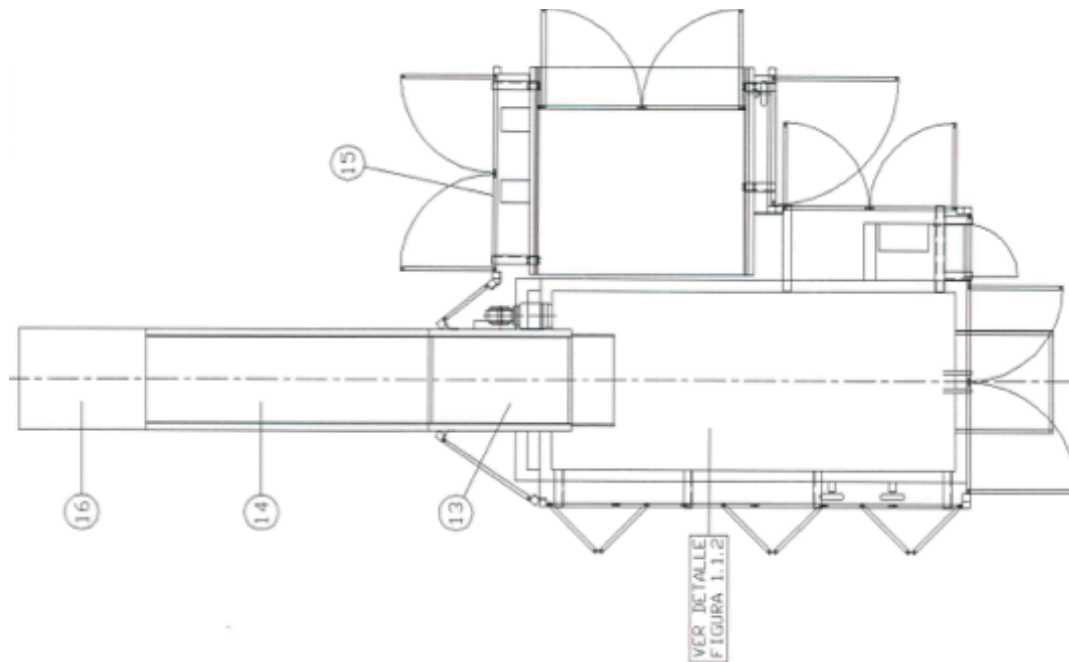


Figura 15. Encajadora

El código de la empresa será el lin.1649. Esta máquina se encarga de introducir las botellas en cajas. Dispone de un alimentador de cartón donde va almacenado el material necesario para formar las cajas, se coge mediante unas ventosas y se transporta donde se le colocan las botellas y se produce el doblado de la caja para su posterior sellamiento. De ahí, son transportadas por una cinta de rodillos hasta el paletizador, el cual está compartido con otras líneas de producción.



## 4. Análisis global de paradas

Como se ha comentado en la introducción de este Trabajo, una de las consideraciones a tener en cuenta para la correcta elaboración de un plan de mantenimiento es el estudio actual de los diversos factores que causan un bajo rendimiento de la línea, que provoca fallos, pérdidas de tiempo y, por lo tanto, pérdidas económicas. Es de vital importancia determinar las causas que producen pérdidas en el proceso de producción.

Por este motivo, se han analizado los distintos tipos de parada de línea que nos provocan pérdidas de producto, durante el mes de Mayo del 2014. Las unidades de medida serán de unidades de producto dejados de producir como consecuencia de una parada.

Antes de comentar los resultados obtenidos, se presentan las diversas paradas que se producen:

1. Paradas por mantenimiento preventivo: son paradas de línea programadas y necesarias para el buen funcionamiento. Estas acciones dan fiabilidad al sistema por lo que hay que realizarlas, pero buscar la máxima optimización. Para este tipo distinguimos:
  - **Limpieza fin de semana**: parada de línea para limpieza de los equipos.
  - **Mantenimiento preventivo**: detención de la producción para realizar las tareas correspondientes al mantenimiento.
2. Paradas por mantenimiento correctivo: son paradas de línea NO programadas. Son debidas a diversos fallos que no deberían producirse. Es de imperativa necesidad erradicar cada uno de estos fallos para conseguir el objetivo principal de CERO DESPILFARROS, CERO DEFECTOS Y CERO AVERÍAS. El mantenimiento correctivo es el que se aplica como remedio a una parada imprevista. Dentro de este apartado distinguimos:
  - **Paradas técnicas**: son las que se producen por fallos en los equipos que impiden la producción. En esta sección distinguiremos por máquinas los posibles problemas que podrán darse.
  - **Avería eléctrica**: se produce cuando se interrumpe el flujo eléctrico por una causa inesperada que interrumpe la producción.
  - **Espera de mantenimiento**: referido a la espera al personal necesario para realizar tareas de mantenimiento, o al material necesario para este fin.
3. Paradas de operación: son paradas programadas y NO programadas, como las especificadas en los apartados anteriores. Define las paradas por fallos en las operaciones en el proceso de producción.

- **Paradas programadas:** para la realización de cambios de formato y de características de componentes a la hora de elaborar otro modelo de producto. Serán: cambio de formato, cambio de cajas, cambio de producto, cambio de etiquetas, desinfección de la llenadora y otros.
- **Paradas de organización:** cuando se interrumpe la producción por faltas organizativas. Por fallo de operario, pausas no sustituidas, arranque de máquinas y por interrupción por el encargado de seguridad y salud.
- **Paradas tecnológicas:** se producen por espera de producto, por falta de calidad, por problemas de densidad o botellas bolladas.

Hay que tener en cuenta que los datos obtenidos pueden no tener una fiabilidad completa, pueden presentar incertidumbres ya que son medidos a pie de línea y puede haber hábitos de incluir determinados procesos donde no procede por costumbre o cultura corporativa. Aún así, nos guiaremos de éstos como ejemplo y como ilustración del actual modo a proceder.

Una vez definidos los términos analizados, visualizaremos con gráficas los valores que resultan del estudio de paradas de línea debido a estos diversos factores. Consideraremos 3 de los formatos de botellas que más se utilizan para este análisis: 2L x 9, 9 x 2L girado, 8 x 1,5L y 2L.

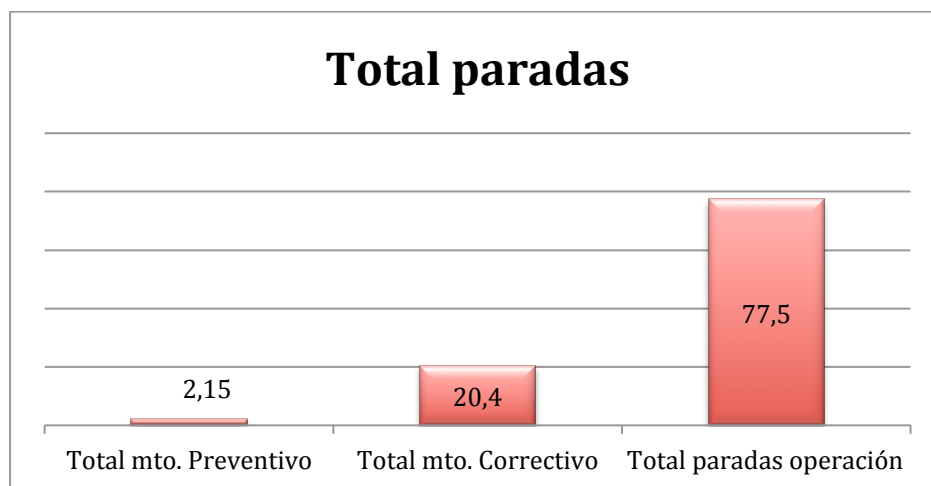


Gráfico 1. Clasificación total de paradas

En el gráfico 1, observamos los valores totales de cada tipo de parada de línea, definidos anteriormente, siendo de un 2,15% de mantenimiento preventivo, de un 20,4% de mantenimiento correctivo y el 77,5% por paradas de operación.

Aunque lo referente al Plan de Mantenimiento que interesa, sería únicamente lo relativo a las paradas para mantenimiento correctivo y así poder hacer hincapié en los fallos más pertinentes (cosa que se hará), también se tendrían que analizar las paradas por operación porque como se advierte, nos supone el 77,5% de pérdidas de producción.

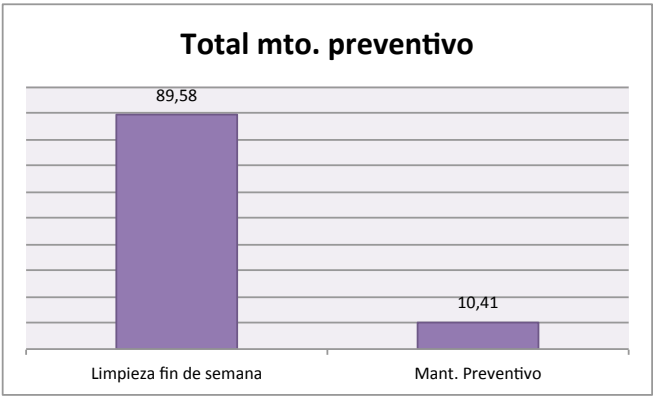


Gráfico 2. Total de paradas por mantenimiento preventivo

Una vez analizada la situación global, se desglosa cada tipo de parada en sus partes correspondientes. En el Gráfico 2, se advierte que la mayor pérdida se produce por la limpieza de fin de semana. Teniendo el mantenimiento preventivo el 10,41% de gasto. Hay que tener en cuenta que el mantenimiento preventivo que aquí se nombra, es el que realizan los fabricantes de las máquinas que componen esta línea. No se considera el mantenimiento propio de la empresa ya que no se realiza como se debería.

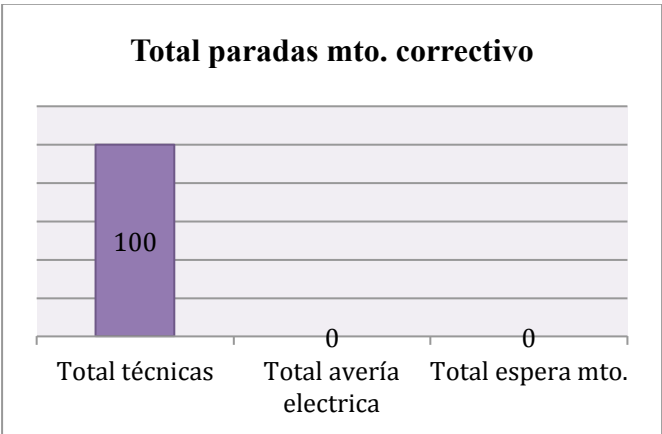


Gráfico 3. Total paradas por mantenimiento correctivo

En el apartado de paradas por mantenimiento correctivo (Gráfico 3), consideramos los tres tipos de fallo que podremos encontrarnos. La más influyente será el conjunto de paradas técnicas que acumula el 100% de las pérdidas de producto. Que las averías eléctricas y la espera al mantenimiento sean cero, puede ser señal de que, aunque se produzcan, se han tenido en cuenta en paradas técnicas, ya que repercuten sobre ellas.

Las paradas técnicas son de suma importancia para la elaboración del plan de mantenimiento que buscamos, por lo que serán analizadas con más detalle en los siguientes apartados.

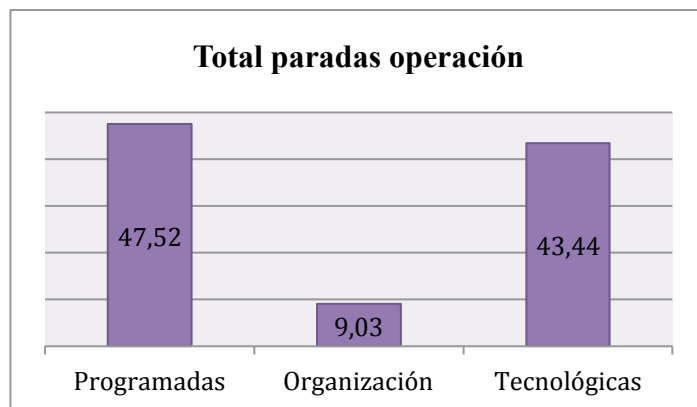


Gráfico 4. Total paradas por operaciones

En las paradas de operación (Gráfico 4) observamos que el 47,52% se produce por paradas programadas, algo que será positivo ya que, como hemos dicho antes, le da valor al proceso. El 9,03% será por organización y el 43,44% por tecnológicas. Como hemos visto, las paradas de operación tienen gran peso en la problemática que concierne al este Trabajo, por lo que será descompuesta y analizada con más detalle en el capítulo siguiente.

#### **4.1. Análisis paradas mantenimiento preventivo.**

Las paradas por mantenimiento preventivo son las que menos influyen en el total de paradas, aún así son de vital importancia ya que son paradas programadas necesarias para el buen funcionamiento del sistema.

Como hemos visto en el gráfico 2, se dividen entre las paradas para la limpieza de fin de semana y para realizar el mantenimiento preventivo de los equipos que componen la línea. La mayor parte de paradas se producen por la limpieza de fin de semana. Con esto se refiere a la parada de línea que se realiza para la correspondiente limpieza de los equipos que constituyen la línea. El mantenimiento preventivo será únicamente el que es realizado por los fabricantes de las máquinas, no por el personal de la empresa.

Estas pérdidas pueden producirse por una mala organización al realizar estas actividades. Puesto que no se tiene un horario fijo para éstas, se proceden de forma descontrolada y sin regularidad. Sería conveniente considerar la realización también de un plan de limpieza y que las tareas de mantenimiento preventivo por parte de los fabricantes también se reflejen en los planes internos de la empresa.

#### **4.2. Análisis paradas mantenimiento correctivo**

Dentro de las paradas por mantenimiento correctivo que hemos visto en el apartado de análisis de fallos (pág. 23), se encuentra las paradas técnicas, que acumulan el 100% de desperdicios (gráfica 2). Por lo tanto, es necesario realizar un seguimiento exhaustivo para identificar los fallos más importantes que nos encontramos y darles la solución que sea necesaria, además estos fallos afectan al mantenimiento ya que normalmente se producen por una falta de él.

Las paradas técnicas se dividen por equipos que contiene la línea. Cada equipo tiene unas características diferentes que le hace producir pérdidas por el fallo de alguno de sus componentes o por el mal cuidado y limpieza de éstos. Aquí se definen las posibles causas de fallo de cada máquina.

- Posicionador de botellas (gráfico 5):
  - **Atranche embudos (F.PB.01)**: en los embudos del posicionador donde pasan las botellas para colocarse de forma correcta se pueden producir atranches por falta de limpieza o por defecto en los embudos, no corregidos en las tareas de mantenimiento.
  - **Otros (F.PB.02)**: referido a las pérdidas no identificadas.
  - **Cambio de contenedor (F.PB.03)**: disminución de productividad por pérdida de tiempo en el cambio de contenedor al cambio de formato. Dicho contenedor alimenta a toda la línea.
  - **Fallo eléctrico (F.PB.04)**: corte de electricidad que supone la parada de producción.
  - **Transportador y cintas (F.PB.05)**: defecto en los transportadores del interior de la máquina por falta de mantenimiento o rotura.

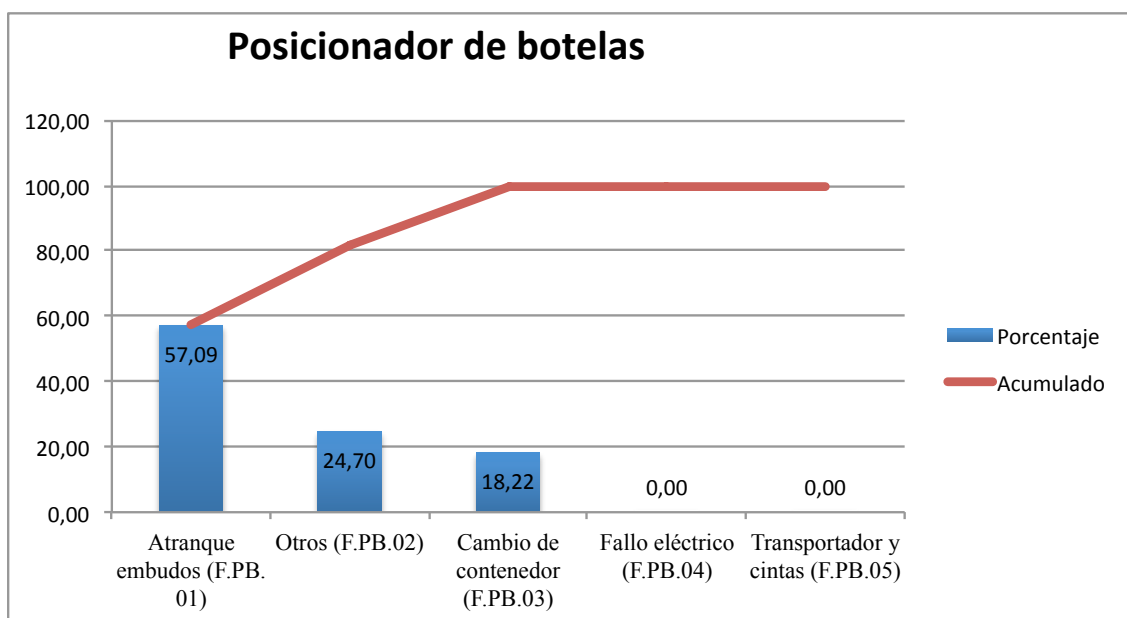


Gráfico 5. Paradas en posicionador de botellas

Se observa en el gráfico 5 que más de la mitad de pérdidas se produce por atranche en los embudos del posicionador. La otra mitad está repartida entre no identificado y debido al cambio de contenedor.

- Llenadora (gráfico 6):
  - **Roscador (F.LT.01)**: complicación en la máquina roscadora que es parte de la llenadora.
  - **Alimentador de tapones (F.LT.02)**: referido a la falta de existencias o por fallo en la distribución de los tapones
  - **Problemas de llenado (F.LT.03)**: pueden estar relacionados por densidad o por la calidad de producto, mencionada en las paradas tecnológicas pertenecientes a las paradas de operación.
  - **Atranche de entrada o salida (F.LT.04)**: las botellas pueden atascarse en la entrada o salida de la máquina.
  - **Fallo eléctrico (F.LT.05)**: corte de electricidad que supone la parada de producción.
  - **Otros (F.LT.06)**: referido a las pérdidas no identificadas.

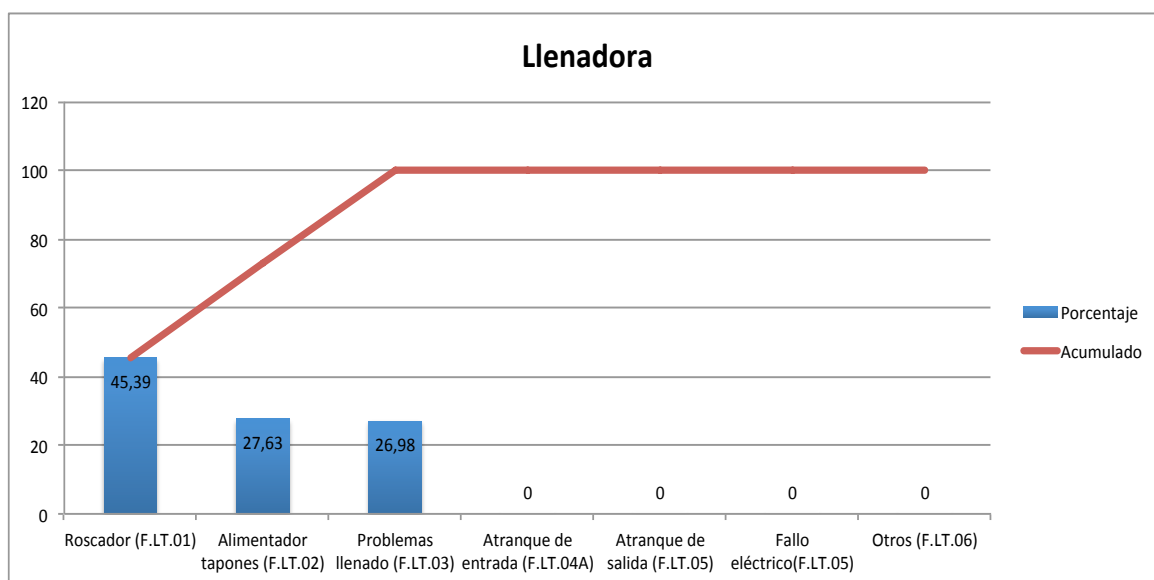


Gráfico 6. Paradas en la llenadora

En el Gráfico 6 queda reflejado que los fallos de la llenadora se dan por tres causas. La primera y más importante es el roscador, con un 45,39%. Repartiéndose el resto entre el alimentador de tapones y problemas de llenado. Estos fallos pueden deberse a diversas causas relacionadas con la mala organización y falta de un correcto mantenimiento.

- Pesadora (gráfico 7):
  - **Problema rechazo (F.P.01)**: debido al incumplimiento de las especificaciones marcadas se produce el rechazo de los productos.
  - **Calibración (F.P.02)**: falta de precisión en los valores de la pesadora para realizar las medidas.
  - **Célula de carga (F.P.03)**: se pueden producir pérdidas por suciedad que cree error en las medidas.
  - **Problema eléctrico (F.P.04)**: corte de electricidad que supone la parada de producción.
  - **Otros (F.P.05)**: referido a las pérdidas no identificadas.

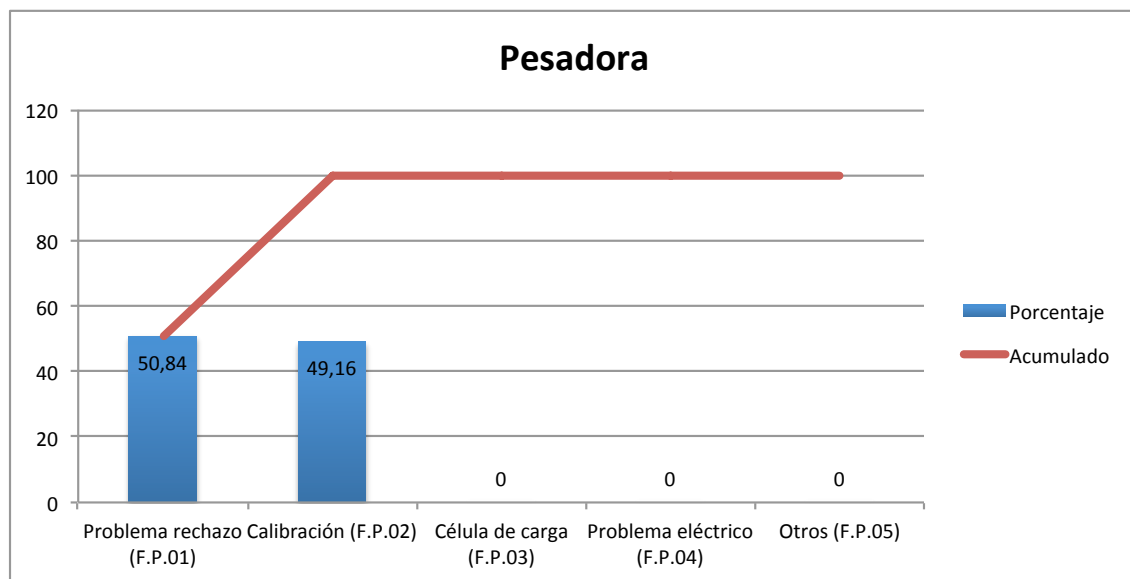


Gráfico 7. Paradas en pesadora

El total de fallos en la pesadora está repartido por igual entre problema de rechazo y calibración. Una botella puede ser rechazada por incumplimiento de las características necesarias y esto puede venir de cualquier punto del proceso.

La mala calibración del equipo puede deberse a un fallo del operario al cambio de formato o a errores producidos por la suciedad acumulada que falsean las verdaderas medidas.



- Etiquetadora (gráfico 8):
  - **Fallo platos (F.ET.01)**: mal funcionamiento por falta de limpieza.
  - **Problema eléctrico (F.ET.02)**: corte de electricidad que supone la parada.
  - **Bomba de cola fría (F.ET.03)**: fallo en la bomba.
  - **Atranche de entrada (F.ET.04)**: quedan las botellas obstruidas en la entrada.
  - **Rodillo traspaso de etiquetas (F.ET.05)**: atranche o fallo en el rodillo.
  - **Carro de etiquetas (F.ET.06)**: espera por sustitución o falta de etiquetas.
  - **Banda de esponja (F.ET.07)**: rotura o desgaste de esta por una falta de mantenimiento.
  - **Fallo de levas (F.ET.08)**: mal funcionamiento levas.
  - **Fallo de uñas (F.ET.09)**: error producido por uñas.
  - **Otros (F.ET.10)**: referido a las pérdidas no identificadas de producción.

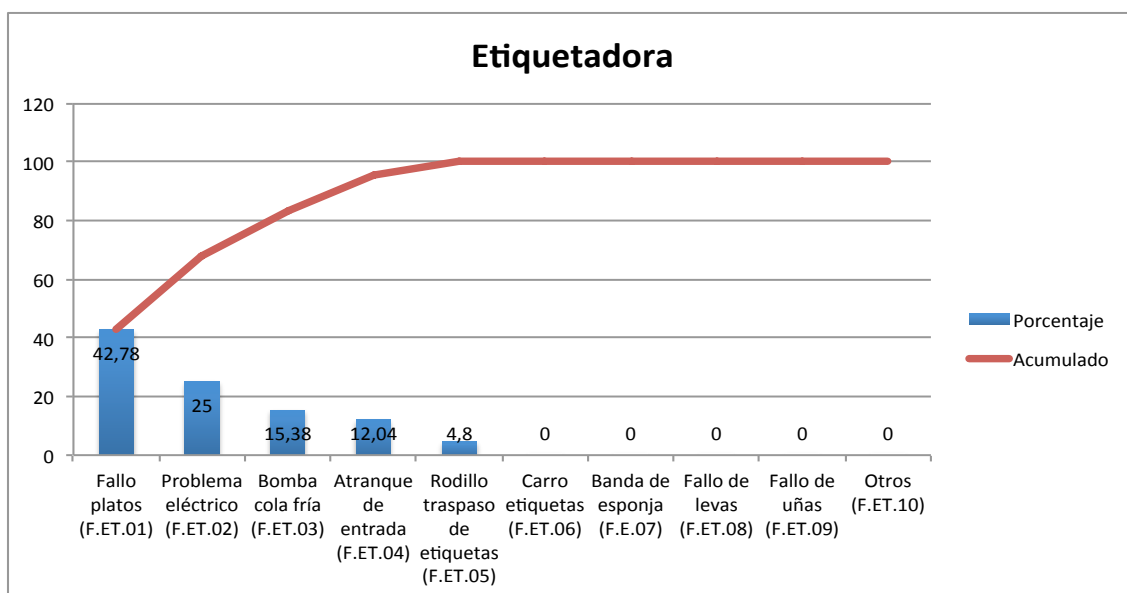


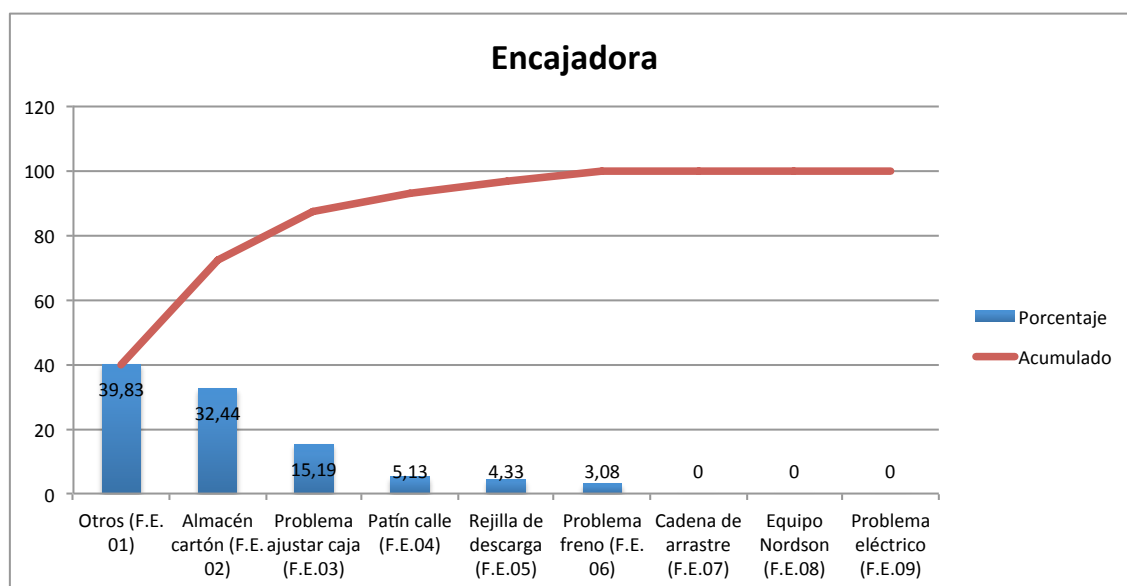
Gráfico 8. Paradas en la etiquetadora

La tarea más urgente que se presenta en la etiquetadora es poner solución al fallo platos, con un 42,78%, es el mayor causante de pérdidas en este equipo. Puede producirse por una falta de limpieza que impide que las botellas se deslicen correctamente.

Una gran parte también viene dada por problemas eléctricos, habría que buscar la causa de este problema.

Y otro de los mayores problemas encontrados es la bomba de cola fría. Esta puede dar fallo por varios motivos. Los principales serán por un mal ajuste de presión o por suciedad en las válvulas.

- Encajadora (gráfico 9):
  - **Otros (F.E.01)**: referido a las pérdidas no identificadas.
  - **Almacén cartón (F.E.02)**: falta de cartón por fallo de previsión.
  - **Problema ajustar caja (F.E.03)**: atasque del cartón o mala distribución.
  - **Patín calle (F.E.04)**:
  - **Rejilla de descarga (F.E.05)**: atranque en el elemento que relaciona la etiquetadora con la siguiente cinta para descargar las cajas ya completas.
  - **Problema de freno (F.E.06)**: el freno no se acciona correctamente.
  - **Cadena de arrastre (F.E.07)**: falta de tensión que provoque fallo.
  - **Equipo Nordson (F.E.08)**: problema de filtros o depósito de la encoladora.
  - **Problema eléctrico (F.E.09)**: corte de electricidad que supone la parada de producción.



**Gráfico 9. Paradas en la encajadora**

En la encajadora, la mayoría de pérdidas se produce por factores no conocidos. Puede deberse a que vienen dadas por el proceso anterior y afectan a la encajadora.

El almacén cartón y problema al ajustar caja, que suman el 47.63% del total, no son más que fallos por mala organización por no tener las tareas bien definidas y el material necesario.

- Total según máquina (gráfico 10).

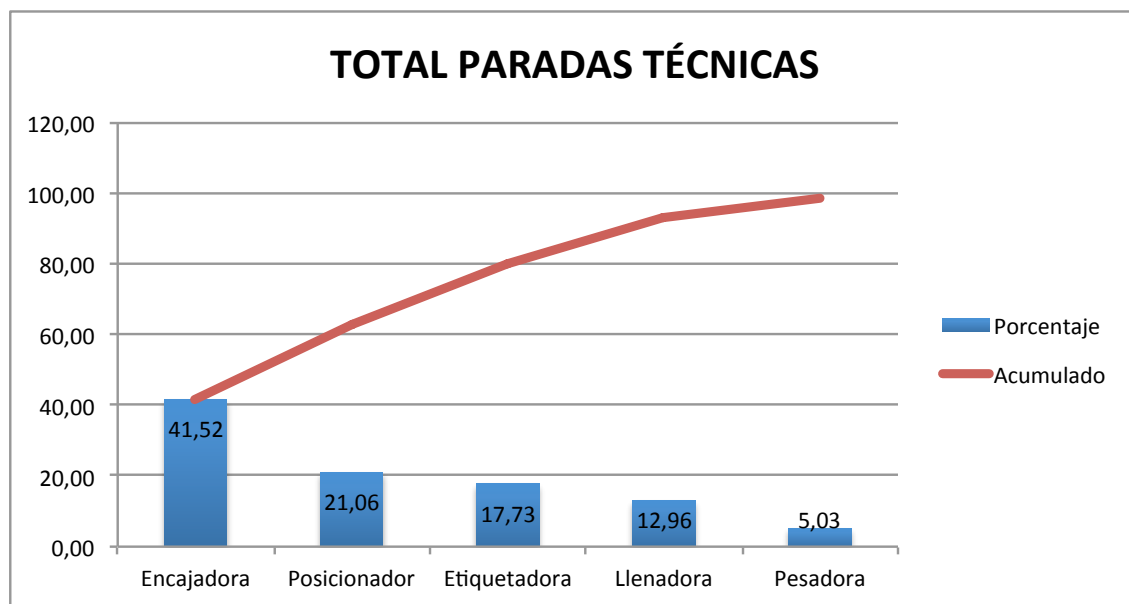


Gráfico 10. Total paradas técnicas por máquina

Las mayor carga de pérdidas de toda la línea se encuentra en la encajadora, seguido del posicionador de botellas y de la etiquetadora. Por esto, se deberá dedicar una especial atención a estos equipos.

También hay que tener en cuenta, que la línea se compone de más máquinas que han sido consideradas en unión con las ilustradas en este gráfico. Esto puede deberse, como se ha comentado anteriormente, a un hábito o cultura corporativa. De este modo, puede influir en los resultados, aunque nos sirven de guía para mejorar el mantenimiento y así reducir el número de pérdidas de producto.

### 4.3. Análisis paradas operación.

Viendo que el mayor peso de paradas las componen las paradas de operación, analizamos más profundamente este tipo. Se compone de paradas programadas, paradas por organización y paradas tecnológicas.

- Paradas programadas. Gráfico 5
  - Cambios de formato: referido a pérdidas producidas por el cambio de tipo de botella, que conlleva la adaptación de cada máquina a las nuevas dimensiones del siguiente formato y a las características que se requieren.
  - Cambio de producto: referido a las pérdidas por el cambio de la materia prima para que se produzca el llenado de las botellas.
  - Cambio de etiquetas: al cambiar el formato, hay que cambiar la identificación, por lo que se producen desperdicios también en el cambio de las etiquetas en la máquina etiquetadora.
  - Otras: son paradas no identificadas que producen desperdicios.
  - Desinfección llenadora: paso a seguir tras el cambio de producto.
  - Cambio de cajas: puesto que se realiza el cambio de formato, también tendrán que cambiarse las cajas de la encajadora.

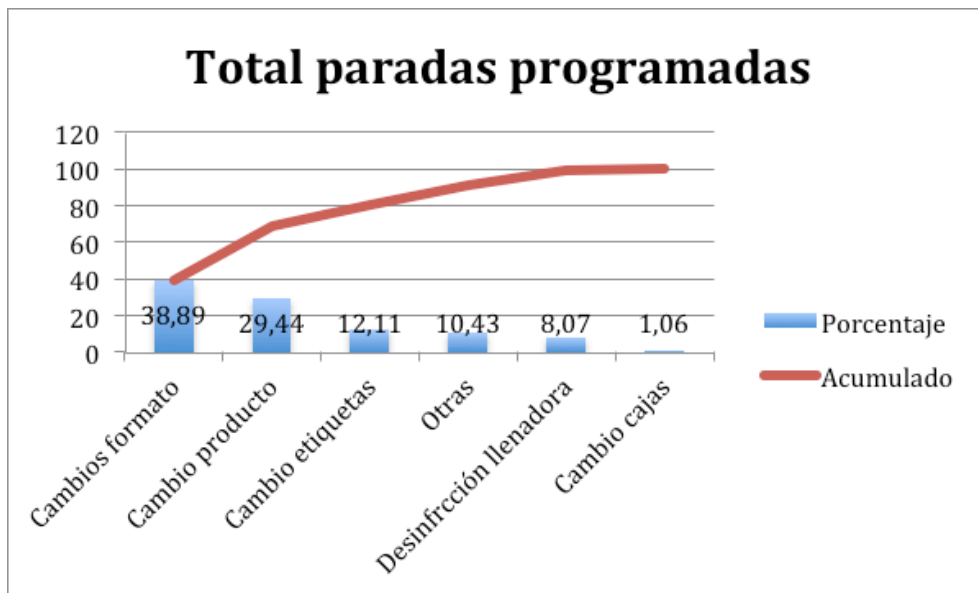


Gráfico 11. Total paradas programadas

En el gráfico 5, se muestra que los mayores desperdicios se producen al cambio de formato y al cambio de producto. Esto nos dice que habrá que realizar este procedimiento de forma más efectiva, ya que es algo que debe ejecutarse. Estas pérdidas pueden producirse por dificultades al cambio de formato, por encontrarse problemas inesperados o por fallo en los procedimientos a seguir a la hora del cambio.

- Paradas organización. Gráfico 6.

- Fallo operativo: cuando se produce un error en las actuaciones realizadas por el personal encargado.
- Pausa no sustituida: referida aun descanso del personal que no ha sido sustituido por lo que ha requerido una parada de la producción.
- Arranque máquina: tiempo empleado para que el equipo empiece a funcionar tras una parada.
- Paro por responsable de Seguridad y Salud: debido al incumplimiento de la normativa de seguridad y salud, se debe hacer un paro de línea para rectificarlo.

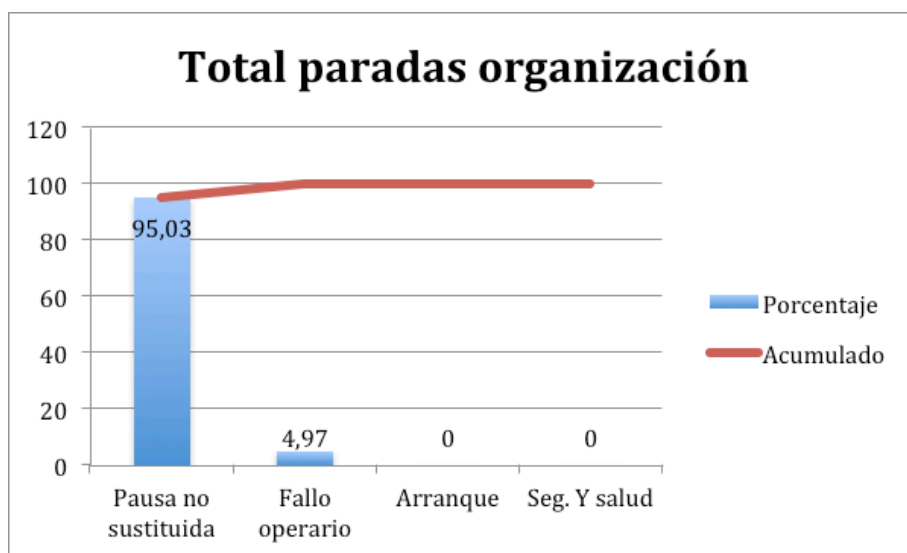


Gráfico 12. Total paradas organización

En este gráfico se contempla que el 95,03% de desperdicios se produce por la pausa no sustituida. Se puede considerar como un error muy grave ya que puede tener solución y nos genera grandes pérdidas. Con este dato, tendría que llevarse a estudio la necesidad que aumentar el personal o de mejorar la organización de los ya existentes para que no se tenga que hacer un paro de producción para cada pausa que se realice.

- Paradas tecnológicas. Gráfico 7.

Estas paradas tienen relación con las diferentes plantas que se encuentran en la empresa que alimentan a la línea que nos concierne. Desde la elaboración de materias primas, al proceso de producción de las botellas y en su transporte.

- Espera producto: concerniente al tiempo empleado en la espera del producto al cambio de formato. Puede ser debido a mala comunicación o a la mala gestión del transporte dentro de la instalación.
- Falta de calidad: referida a la inexactitud de las especificaciones de calidad requeridas.
- Problemas densidad: problemas que pueden acarrear dificultades en el proceso de llenado.
- Botellas bolladas: llegada de botellas con defectos a la línea que serán rechazadas y por lo tanto supondrá desperdicio.

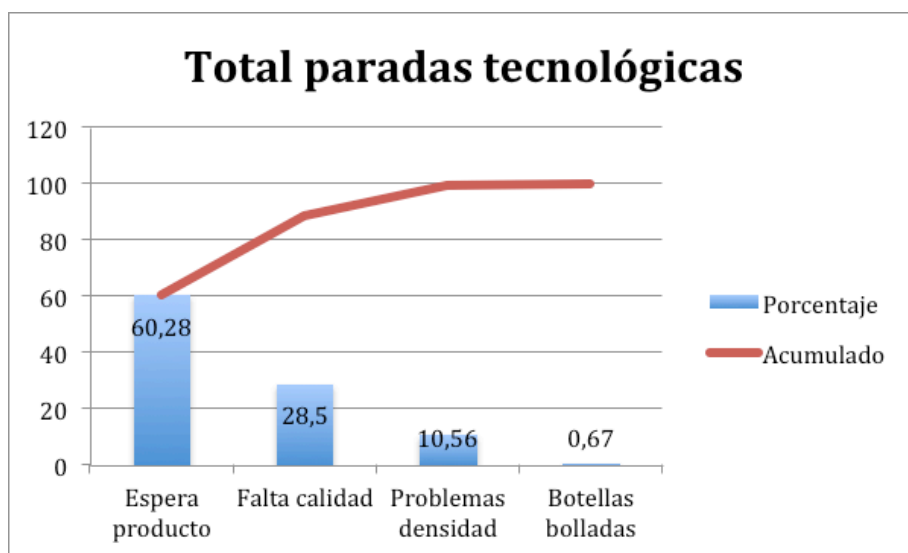


Gráfico 13. Total paradas tecnológicas

El Gráfico 7 muestra que el 60,28% de este tipo de paradas es debido a la espera de producto y el 28,48% debido a la falta de calidad.

Como se ha dicho, estos fallos se deben a una mala comunicación en las instalaciones de la empresa y una mala combinación entre ellas.

Como conclusión, se puede decir que tras el estudio de los diferentes factores que afectan a la línea 4, los fallos producidos son en general por una falta de organización en las plantas, una falta de programación y planificación detallada de los procedimientos a seguir y una normativa interna donde se especifiquen todo lo requerido para cada operación.

## 5. Análisis de la situación actual de mantenimiento

### 5.1. Descripción de tareas para cada uno de los equipos

Primero se mostrará el plan actual que tienen implantado en la línea de llenado y envasado número 4 de la planta de líquidos respecto a las tareas de mantenimiento, según cada máquina. Estos datos se han obtenido buscando en los archivos de la empresa y tras encuentros con los operarios de la línea.

A continuación se presenta de forma resumida la programación del mantenimiento para los diferentes equipos de la planta:

- Plataforma de contenedores de botellas (LIN. 2030): no tiene plan preventivo, ocasionalmente revisan visualmente su estado.
- Cintas transportadoras: sólo poseen plan preventivo algunas de ellas y no se cumple con exactitud (tabla 1).

Código	Tarea	Periodicidad
A.CT.01	Limpieza de rodillos, juntas, motor y accesos	Semestral
A.CT.02	Lubricación de rodamientos y transmisiones	Semestral
A.CT.03	Estado y funcionamiento paro emergencia y sensores	Semestral
A.CT.04	Estado de frenos de ruedas de estructura de cintas	Semestral
A.CT.05	Visibilidad y posición de información de riesgos y mandos de accionamiento	Semestral
A.CT.06	Protecciones fijas y de transmisión de motores	Semestral
A.CT.07	Estado de cuadro de conexión motor, enchufes y cables	Semestral
A.CT.08	Estado de cadenas	Semestral
A.CT.09	Estado sistema neumático y manómetro	Semestral

Tabla 1. Tareas preventivas de las cintas transportadoras

- Posicionador de botellas (LIN.1629): tiene plan preventivo pero muchas de las tareas que contiene no se realizan, bien por falta de instrumentos o bien porque los operarios no lo consideran necesario. Un ejemplo de ello es el soplado y limpieza del interior del carrusel, no se realiza porque no disponen del material necesario además que para esta función es necesario tener línea parada y no tienen un tiempo destinado para ello (tabla 2).

Código	Tarea	Periodicidad
A.PB.01	Revisar estado cintas transportadoras	Mensual
A.PB.02	Comprobar seguridades y paros de emergencia	Mensual
A.PB.03	Soplado y limpieza del interior del carrusel	Mensual
A.PB.04	Revisar embudos y recolocación	Mensual
A.PB.05	Limpieza de la instalación neumática	Semestral
A.PB.06	Revisar ruidos y vibraciones en el rodamiento del carrusel	Semestral
A.PB.07	Comprobar estado de correas y poleas. Tensar si aplica	Anual
A.PB.08	Cambiar aceite de los motores-reductores	Bianual

**Tabla 2. Tareas preventivas del posicionador de botellas**

- Girador de botellas (LIN.3542): no tiene plan preventivo. Se realiza una comprobación visual cada cierto tiempo, sin periodicidad y sin registro.
- Llenadora y taponadora (LIN.3359): esta máquina si tiene plan preventivo (tabla 3) y sí se cumplen sus tareas aunque no con la periodicidad requerida.

Código	Tarea	Periodicidad
A.LT.01	Verificar nivel lubricante en el depósito de la unidad de lubricación	Semanal
A.LT.02	Lubricación superficies no protegidas y las sometidas a deslizamiento	Semanal
A.LT.03	Lubricación pto engrase dotados de engrasador	Mensual
A.LT.04	Sustituir engrasador central	Trimestral
A.LT.05	Verificación estado piezas sometidas a rozamiento	Trimestral
A.LT.06	Estado del vis-sin-fin	Cambio formato
A.LT.07	Verificar correcto funcionamiento de las distintas electroválvulas	Anual
A.LT.08	Verificar funcionamiento de mecanismos accionados por cilindros neumáticos	Anual
A.LT.09	Verificar estado del muelle del cilindro neumático (sustituir en caso necesario)	Anual
A.LT.10	Verificar estado de la junta del cabezal (sustituir si es necesario)	Anual
A.LT.11	Lubricación cilindro neumático	Anual
A.LT.12	Ajustar caudal y velocidad de apertura y cierre de la boquilla	Cambio formato

**Tabla 3. Tareas preventivas de la llenadora**

- Pesadora (LIN.3790): no tiene plan y no se le realiza ninguna acción de mantenimiento ni de limpieza.
- Etiquetadora (LIN.1641): no dispone de plan de mantenimiento ya que es una máquina recién llegada a la fábrica.
- Divisora de brazos paralelos: no tiene plan de mantenimiento.
- Encajadora (LIN.1649): la encajadora si tiene plan de mantenimiento (tabla 4) pero no se corresponde a las tareas reales necesarias para tal máquina. Muchas de las tareas no se realizan porque las partes de la máquina mencionadas en el plan, ni siquiera están o alguna tarea no acierta con la periodicidad.



Código	Tarea	Periodicidad
A.E.01	Repriete general de la tornillería	Semanal
A.E.02	Revisar paros de emergencia y micros de puertas	Semanal
A.E.03	Verificar tensión y estado de las cadenas	Semanal
A.E.04	Verificación y limpieza de filtros de aire	Mensual
A.E.05	Accionar la purga de los filtros que funcionan con este mecanismo	Mensual
A.E.06	Verificación de la presión de entrada y salida del regulador de presión	Mensual
A.E.07	Verificación del nivel de aceite en los vasos lubricadores	Mensual
A.E.08	Limpieza del equipo venturi	Mensual
A.E.09	Lubricación de motores	Semestral
A.E.10	Rodaje en caso de sustitución	Mensual
A.E.11	Limpieza interna	Bimensual
A.E.12	Sustitución lubricante	Mensual
A.E.13	Limpiar y engrasar carriles guía	Mensual
A.E.14	Revisar estado de filtros y depósito encoladora	Anual
A.E.15	Revisar estado y ubicación de mangueras y boquillas en la encoladora nordson	Anual

**Tabla 4. Tareas preventivas de la encajadora**

Como podemos comprobar, no hay un verdadero control de las tareas de mantenimiento de las máquinas de esta línea, ni establecido ni llevado a cabo. No existe periodicidad regular en sus tareas lo que provoca que ningún técnico de la empresa se tome esta labor con la seriedad que debería. Puede provocar un deterioro prematuro de la maquinaria, además de las pérdidas de producción y, aún peor, un accidente.

## 5.2. Información obtenida de operarios

Además del análisis de fallos y de consulta de información a través de manuales y documentos de la empresa, se obtuvo información de los operarios de la línea dedicados a las tareas de mantenimiento.

De la información dada por los operarios, las acciones más importantes a realizar según su criterio son:

- Posicionadora (lin.1629): hay que sacar las botellas vacías del interior del carrusel ya que, aunque no causa ningún fallo, podría llegar a producirlo. También hay que revisar los embudos cada cambio de formato por posible atranque de las botellas.
- Llenadora (lin.3359): revisar los tapones que no son correctamente colocados en las botellas correspondientes y saltan, quedando dentro de la máquina y puede provocar accidentes. También es necesario revisar la tornillería de la estructura de las estrellas, que alguna vez ha perdido eficacia.
- Pesadora (lin.3790): es necesario limpiar bien las cintas, ya que podrían empaparse y no resbalar bien para el rechazo de botellas que no cumplen las especificaciones.
- Etiquetadora (lin.1641): hay que limpiar los rodillos de cola por posible pérdida en el funcionamiento del equipo.

- Encajadora (lin.1649): se encuentran los fallos más habituales y urgentes. Hay que cambiar las correas antes de que desgasten, se ha visto el caso de que pierdan tensión y no cumplan bien su función. En la lanzadora de cartón ocurre algo parecido, hay que tensar las correas de los rodillos de entrada.

Es muy importante, la limpieza de las fotocélulas de todas las máquinas en general.

### **5.3. Síntesis de la situación actual de mantenimiento**

#### Posicionador de botellas.

En el análisis de fallos del posicionador de botellas, Gráfico 5, se contempla que los fallos más frecuentes se producen por atranque de embudos. Esto puede deberse, como comentamos en la descripción de las tareas de los equipos, a una falta de limpieza en el interior del carrusel y de revisión de los embudos cada cambio de formato. La primera tarea no se realiza debido a falta de material y falta de tiempo de parada de línea empleado para la limpieza y el mantenimiento.

Otra de las importantes pérdidas que se producen en el posicionador es por el cambio de contenedor. Este apartado no corresponde realmente al posicionador, más bien es de la plataforma de contenedor de botellas, pero como repercute en esta máquina, se considera. El cambio de contenedor se produce por falta de botellas que alimenten la línea, y la pérdida viene dada por espera al contenedor o fallo en el proceso desde el contenedor hasta el posicionador. Como comprobamos en la descripción de las tareas, no hay ningún plan de mantenimiento para la plataforma, por lo que puede producir aún más pérdida.

El apartado de otros, viene a expresar que hay más fallos no identificados, por lo que habrá que ser cuidadoso e intentar averiguarlos para ponerles solución.

#### Llenadora

En la llenadora, Gráfico 6, las pérdidas más urgentes vienen dadas por el alimentador de tapones y el roscador, según el análisis de fallos. Según los operarios el problema es que los tapones saltan cuando no se roscan bien y no se recogen. Esto puede producir atranques y paradas innecesarias. Según el plan de mantenimiento actual, no se especifica ninguna tarea para remediar este problema. Las tareas especificadas son provenientes del manual y no han sido revisadas ni corregidas acorde a la situación.

El siguiente apartado sería de problemas de llenado que pueden ser debidos a fallos en la densidad o en la calidad del producto, asique lo tendremos que considerar en paradas de operación, aunque afecte cuantitativamente a las técnicas.

### Pesadora

La pesadora, Gráfico7, según el análisis de fallos presenta problemas de rechazo y puede deberse al incumplimiento de las especificaciones o , según operarios, debido a la suciedad de las cintas ya que se empapan y no resbalan bien para el rechazo.

La calibración será, junto al rechazo, el problema más importante.

Ya que la pesadora, no tiene plan de mantenimiento, porque no se ha considerado importante no se le ha podido poner remedio a estos fallos.

### Etiquetadora

En la etiquetadora, gráfico 8, el mayor inconveniente que encontramos es el fallo de platos. Esto puede deberse a la suciedad de los platos base de los frascos de posibles objetos o suciedad que pueda adherirse a la misma y que impiden el deslizamiento de las botellas. Y esto viene dado por una falta de limpieza. Este punto no se considera en el mantenimiento.

También se debe a la bomba de cola fría y esto, puede deberse a un fallo producido por el ajuste de presión del aire comprimido o por falta de limpieza en las válvulas.

La bomba no precisa de mantenimiento pero sí que debe hacerse una revisión visual de sus elementos que se encuentren limpios y correctamente.

El fallo de rodillo de etiquetas mencionado en el análisis de fallos también es comentado por los operarios, ya que podría haber pérdidas en el funcionamiento debido a la falta de limpieza en los rodillos de cola.

Respecto al problema eléctrico puede verse producido por factores externos a este equipo pero se incluye ya que afecta a éste.

### Encajadora

En la encajadora se encuentran los fallos más habituales y urgentes. Además en el total de fallos, es la que más afecta dando pérdidas de producto.

Es necesario que se siga haciendo un estudio de fallos en este equipo ya que la mayoría de pérdidas se producen por motivos no identificados. Puede deberse a que se han incluido dos máquinas que van anteriores a ésta (divisor de brazos paralelos y girador de botellas, que serán considerados más adelante).

Según los operarios, el problema más importante que encontramos son las correas, ya que pierden tensión y no cumplen su función. Esto afecta, por ejemplo, a la lanzadora de cartón, denominada en el análisis de fallos como “almacén cartón”.

El problema de ajustar caja puede deberse a alguna lámina rota de la banda transportadora de entrada. Este fallo no se muestra en las tareas de mantenimiento preventivo presentadas para este equipo.

#### 5.4. Problemática del mantenimiento actual

Se presenta en este apartado una tabla resumen que recoge la problemática del mantenimiento actual comentada anteriormente.

EQUIPO	CÓDIGO EMPESA	MTO. ACTUAL	FALLO (CÓDIGO)	TAREA ACTUAL QUE CUBRE EL FALLO (CÓDIGO)	PÉRDIDA PRODUCCIÓN/ MES	FRECUENCIA (VECES/MES)
Plataforma	lin.2030	NO	No registrado	-	No registrado	-
Cintas Transportadoras	-	SI	No registrado	-	No registrado	-
Posicionador de botellas	lin.1629	SI	F.PB.01	A.PB.04	141	3
			F.PB.02	Resto de tareas	61	3
			F.PB.03	No existe	45	2
			F.PB.04	No existe	No registrado	-
			F.PB.05	A.PB.01	No registrado	-
Girador de botellas	lin.3542	NO	No registrado	-	No registrado	-
Llenadora y taponadora	lin.3359	SI	F.LT.01	No existe	69	3
			F.LT.02	No existe	42	1
			F.LT.03	No aplica	41	3
			F.LT.04	No existe	No registrado	-
			F.LT.05			
			F.LT.06	Todas las tareas	No registrado	-
Pesadora	lin.3790	NO	F.P.01	-	30	4
			F.P.02		29	1
			F.P.03	-	No registrado	-
			F.P.04			
			F.P.05			
Etiquetadora	lin.1641	NO (máquina nueva)	F.ET.01	-	89	1
			F.ET.02		52	2
			F.ET.03		32	1
			F.ET.04		25	3
			F.ET.05		10	1
			F.ET.06-10	-	No registrado	-
Divisor de brazos paralelos	-	NO	No registrado	-	No registrado	-
Encajadora	lin.1649	SI	F.E.01	Todas las tareas	194	6
			F.E.02	No existe	158	6
			F.E.03		74	2
			F.E.04		25	1
			F.E.05		21	3
			F.E.06		15	1
			F.E.07	A.E.03	No registrado	-
			F.E.08	A.E.15		
			F.E.09	No existe	No registrado	-

Tabla 5. Tabla resumen problemática del mantenimiento actual

- Fallos que según los datos recabados, se encuentran bien cubiertos por las tareas de mantenimiento, pues no ha producido parada de producción. (VERDE)
- Fallos que no han aparecido durante el tiempo de estudio y no tienen ninguna tarea de mantenimiento que los cubra: sería necesario realizar un estudio más amplio en el tiempo sobre los fallos del equipo y estudiar la necesidad de mantenimiento que la cubra. (ROSA)
- Fallos que se encuentran cubiertos por tareas de mantenimiento pero que han producido parada o pérdida de producción: se debería realizar un análisis más profundo de los fallos y revisar las tareas de mantenimiento que se realizan para ver si realmente cubren las causas del fallo. (ROJO)
- Fallos que producen parada o pérdida de producción y no tienen ninguna tarea preventiva para que no ocurran: sería necesario estudiar el fallo y proponer medidas preventivas para evitarlo. (NARANJA)
- No se tienen constancia de fallos y no existen tareas de mantenimiento asignadas: sería necesario realizar un estudio más amplio en el tiempo sobre los fallos del equipo. (AMARILLO)

Como se puede observar en la Tabla 5, hay un gran predominio de fallos que producen pérdidas y no tienen ninguna tarea preventiva que los cubra. Este será el principal objetivo. Además también será necesario que todos los equipos dispongan de plan de mantenimiento aunque no se haya registrado fallo.

Con los datos de pérdida de producción al mes y la frecuencia, se podrá determinar la importancia al valorar cada fallo y con que frecuencia debería hacerse una revisión para procurar mitigar el fallo.

## 6. Propuesta de plan de mantenimiento preventivo

### 6.1. Nuevas tareas de mantenimiento

En este capítulo se presentan las tareas de mantenimiento ajustadas a las necesidades de la línea de producción, según el análisis de fallo, manuales consultados, información procedente del personal encargado del mantenimiento en la empresa y el estudio realizado.

Se presenta cada equipo con las tareas recomendadas, con la periodicidad necesaria y el tiempo estimado para la realización del mantenimiento. En todas las tareas es necesario un único operario, ya que son preventivas y no requiere un conocimiento especial de la instalación. Si se produjera un fallo importante que requiera un especialista del fabricante del equipo, se considera actuación correctiva y no se refleja en el plan de mantenimiento preventivo. El tiempo indicado en cada operación, es un tiempo estimado.

Al final de cada apartado, vendrán tablas resumen donde se indican todas las tareas, señalando en negrita las más urgentes obtenidas por el análisis de fallos.

#### Plataforma de contenedores de botellas (lin.2030)



Figura 16. Plataforma contenedor de botellas

- **Comprobar estado y presión del cilindro (N.PCB.01):** se realizará visualmente cerciorándose de que no tiene ningún defecto y accionándolo para asegurar su correcto funcionamiento.

- **Revisar estado de latiguillos neumáticos (N.PCB.02):** es lo que hace que suba. (cilindro neumático)
- **Revisar estado de cableado y botonera (N.PCB.03):** comprobar visualmente que todos los cables están en buena posición y que no están dañados. Comprobar que los botones funcionan correctamente, accionándolos y apagándolos.
- **Revisar estado de patas de goma (N.PCB.04):** revisión visual y cambiar, si procede
- **Revisar estado y altura de Silent-blocks (N.PCB.05):** colocados entre vibrador y plataforma para que haga tanto ruido.
- **Revisar estado de protecciones frontales (N.PCB.06):** comprobación visual de estructura en general.
- **Comprobar estado y ruido del motor (N.PCB.07):** poniéndolo en funcionamiento, comprobar que no hace ningún ruido extraño y que funciona correctamente.

La periodicidad será semestral ya que no requiere de mucho mantenimiento, aunque si durante el periodo de marcha se detectara algún fallo o deterioro se procederá a la acción correspondiente. La duración del conjunto de estas tareas será de unos 30 minutos aproximadamente, sin necesidad de parada de línea. Un solo operador podrá hacerse cargo de estas tareas, que será de nivel 1.

Plataforma de contenedores de botellas (lin.2030)					
Código	Tarea	Periodicidad	Nivel	Operarios	Duración
N.PCB.01	Comprobar estado y presión del cilindro	Semestral	1	1	30 min
N.PCB.02	Revisar estado de latiguillos neumáticos				
N.PCB.03	Revisar estado de cableado y botonera				
N.PCB.04	Revisar estado de patas de goma				
N.PCB.05	Revisar estado y altura de Silent-Blocks				
N.PCB.06	Revisar estado de protecciones frontales				
N.PCB.07	Comprobar estado y ruido del motor				

Tabla 6. Nuevo mantenimiento para plataforma de contenedores de botellas

## Cinta Transportadora 1



Figura 17. Cinta transportadora banda ancha

Este tipo de cinta transportadora solo la encontramos al principio de la línea. No necesita mucho mantenimiento puesto que es una cinta simple:

- **Revisar pulsador marcha-paro (N.CT1.01).**
- **Revisar que cinta no esté deteriorada (N.CT1.02).**
- **Revisar estado de cableado y botonera (N.CT1.03).**

La periodicidad de las tareas de mantenimiento será semestral, las podrá realiza un único operario y será de nivel 1.

Cinta transportadora 1					
Código	Tarea	Periodicidad	Nivel	Operarios	Duración
N.CT1.01	Revisar marcha-paro	Semestral	1	1	10 min
N.CT1.02	Revisar que no esté deteriorada				
N.CT1.03	Revisar estado de cableado y botonera				

Tabla 7. Nuevo mantenimiento para cinta 1



### Posicionador de botellas (lin.1629)



Figura 19. Posicionador de botellas

- **Revisar estado de cintas transportadoras (N.PB.01):** comprobar que la tensión es correcta. Las que entran y las que salen de la máquina
  - Se aplicará el mantenimiento general de cinta transportadora
- **Comprobar seguridades y paros de emergencia (N.PB.02):** tendremos que accionar los 3 paros de emergencia existentes en la máquina para confirmar que funcionan correctamente y, además, comprobar que al abrir las puertas se acciona también el paro de emergencia. Esta tarea tendrá una duración de 10 minutos.
- **Soplado y limpieza del interior del carrusel (N.PB.03):** con máquina parada y completamente vacía se procederá al soplado para limpieza en el interior y posteriormente, aspirar todo el polvo. Tendrá que tenerse en cuenta la superficie del disco superior, entrada de los embudos, embudos, metacrilato, turbinas, base interior posicionador. Aproximadamente, tendrá duración de una hora.
- **Revisar embudos y recolocación (N.PB.04):** comprobar que los embudos no han sufrido ningún daño ni deterioro y reponer si procede.
- **Limpieza de la instalación neumática (N.PB.05):** a máquina parada, realizar una limpieza exhaustiva de la instalación neumática. Durará media hora.

- **Revisar ruidos y vibraciones en el rodamiento del carrusel (N.PB.06):** comprobar mediante el ruido y las vibraciones que están dentro de los límites correctos.
- **Comprobar estado de correas y poleas (N.PB.07).** Tensar si aplica
- **Cambiar aceite de los motores-reductores (N.PB.08).**

Cada tarea tiene su correspondiente periodicidad y duración. El personal necesario será de un operario y el nivel será 1.

Posicionador de botellas (lin.1629)						
Código	Tarea	Periodicidad	Nivel	Operarios	Duración	Total
N.PB.01	Revisar estado de cintas transportadoras	Mensual	1	1	15 min	4h y 15min
N.PB.02	Comprobar seguridades y paros de emergencia				10 min	
N.PB.03	Soplado y limpieza del interior del carrusel				60 min	
N.PB.04	Revisar embudos y recolocación				30 min	
N.PB.05	Limpieza de la instalación neumática	Semestral			30 min	
N.PB.06	Revisar ruidos y vibraciones en el rodamiento				5 min	
N.PB.07	Comprobar estado de correas y poleas	Anual			60 min	
N.PB.08	Cambiar aceite de los motores-reductores	Bianual			15 min	

Tabla 8. Nuevo mantenimiento para posicionador de botellas

## Cinta transportadora 2



Figura 18. Cinta de cadena



**Figura 19. Cinta de aspiración**

Referida a todas las cintas de la línea.

- **Limpieza de rodillos, juntas, motor y accesos (N.CT2.01):** para realizar las limpiezas de la cinta, deberá estar en paro y desmontarla.
- **Lubricación de rodamientos y transmisiones (N.CT2.02).**
- **Estado y funcionamiento paro de emergencia y sensores (N.CT2.03):** se comprobará accionando el paro de emergencia y revisando visualmente que no tenga ningún defecto.
- **Estado de frenos de ruedas de estructura de cintas (N.CT2.04):** comprobar que los frenos funcionan correctamente.
- **Visibilidad y posición de información de riesgos y mandos de accionamientos (N.CT2.05)**
- **Protecciones fijas y de transmisión de motores (N.CT2.06):** comprobar visualmente estructura y elementos de transmisión, reponer si procede.
- **Estado cuadro conexión motor, enchufes y cables (N.CT2.07):** comprobar visualmente que los cables y enchufes están en buenas condiciones y que el cuadro conexión motor también.
- **Estado de cadenas (N.CT2.08):** asegurarse de que las cadenas de transmisión del motor a la cinta están en buenas condiciones y que cumplen su función correctamente.
- **Estado sistema neumático y manómetro(N.CT2.09).**

Además, habrá que tener en cuenta:

- Si es cinta de aspiración: **limpieza de la turbina (N.CT2.10).**
- Si es cinta de charnela: **comprobar si falta algún eslabón (N.CT2.11).**

La duración del conjunto de estas tareas será de aproximadamente 30 min y será necesario la parada y el desmontaje de la cinta. El personal necesario para esta labor será de un operario.

Cintas transportadoras					
Código	Tarea	Periodicidad	Nivel	Operarios	Duración
N.CT2.01	Limpieza rodillos, juntas, motor y accesos	Semestral	1	1	30 min
N.CT2.02	Lubricación de rodamientos y transmisiones				
N.CT2.03	Estado y funcionamiento paro emergencia				
N.CT2.04	Estado de frenos de ruedas de estructura				
N.CT2.05	Visibilidad de info de riesgos y accionamientos				
N.CT2.06	Protecciones fijas y transmisión en motores				
N.CT2.07	Estado cuadro conexión motor, enchufes y cabl				
N.CT2.08	Estado cadenas				
N.CT2.09	Estado sistema neumático y manómetro				
N.CT2.10	Cinta aspiración: limpieza turbina				
N.CT2.11	Cinta charnela: comprobar eslabones				

**Tabla 9. Nuevo mantenimiento cintas transportadoras general**

**Orientador de botellas (Girador) (lin.3542)**



**Figura 20. Orientador de botellas**

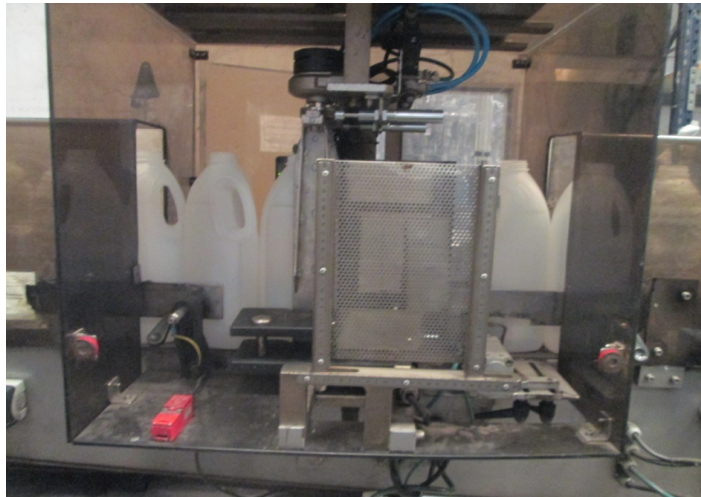


Figura 21. Orientador de botellas

- **Revisar visualmente la correa (N.OB.01):** que no esté dañada ni destensada y tensar si aplica.
- **Revisar tubos (N.OB.02):** que no estén rotos y que haya pérdida de aire.
- **Revisar cinta perforada para aspiración (N.OB.03):** mismo procedimiento que para cintas transportadoras con aspiración.
- **Engrasar y revisar los rodamientos (N.OB.04).**
- **Revisar los módulos de seguridad de las puertas con enclavamiento (N.OB.05):** comprobar que cada vez que se abran las puertas tiene que parar la máquina.
- **Seta de emergencia en funcionamiento (N.OB.06).**
- **Funcionamiento correcto fotocélulas (N.OB.07).**
- **Pulsadores macha-paro funcionen correctamente (N.OB.08).**

Estas tareas no tienen excesiva dificultad, el nivel necesario para realizarlas es 1 y la duración total de las tareas será de 30 minutos. El mantenimiento deberá realizarse mensualmente.



Orientador de botellas (lin.3542)					
Código	Tarea	Periodicidad	Nivel	Operarios	Duración
N.OB.01	Revisar visualmente la correa	Mensual	1	1	30 min
N.OB.02	Revisar tubos				
N.OB.03	Revisar cinta perdorada				
N.OB.04	Engrasar y revisar rodamientos				
N.OB.05	Revisar módulos de seguridad				
N.OB.06	Comprobar sistema de emergencia				
N.OB.07	Revisar estado fotocélulas				
N.OB.08	Comprobar sistema marcha-paro				

Tabla 10. Nuevo mantenimiento para orientador de botellas

### Llenadora y taponadora (lin.3359)



Figura 22. Llenadora y taponadora

Habrá que tener en cuenta la tolva de tapones, el posicionador de tapones, la llenadora y la taponadora. Y habrá tres secciones que atender: limpieza, verificación y engrase.

- **Limpieza de tapones desechados (N.LT.01):** según lo analizado, es una tarea importante a tener en cuenta. Se sacarán de la máquina los tapones que no hayan sido colocados correctamente en las botellas. Se realizará semanalmente.

- **Comprobación estado alimentador de tapones (N.LT.02):** que funciona correctamente y que contiene provisiones suficientes para alimentar a la taponadora.
- **Comprobación estado entrada y salida a la máquina (N.LT.03):** que nada obstruya los accesos a la máquina.
- **Verificar nivel del lubricante (N.LT.04):** habrá que comprobar que haya lubricante en el depósito de la unidad de lubricación en la toma del aire del cerrador. Esta tarea tendrá periodicidad semanal y se tardarán 15 minutos.
- **Verificar estado de piezas sometidas a rozamiento (N.LT.05):** comprobar su correcto funcionamiento y su estado ya que podrían ser dañados por el trabajo de la máquina, como casquillos o rodamientos. Se realizará trimestralmente y puede llegar a durar unos 30 minutos.
- **Verificar el estado del vis-sin-fin (N.LT.06):** comprobar que el paro de éste se realiza correctamente y las palas de empuje de envases hacia el túnel no lo dañan. Se realiza cada cambio de formato.
- **Engrasar superficies no protegidas y sometidas a deslizamiento (N.LT.07):** columnas, guías... (ptos B)
- **Engrasar puntos de engrase dotados de engrasador (N.LT.08):** sustituirlo trimestralmente. (ptos C)



Figura 23. Zonas llenadora

- **Verificar correcto funcionamiento electroválvulas instaladas en la máquina: (N.LT.09)** activarlas manualmente desde el punto de pilotaje manual que llevan incorporado. La periodicidad será anual y tendrá una duración de 15 minutos.
- **Verificar el correcto funcionamiento de los mecanismos accionados por cilindros neumáticos (N.LT.10):** para ello, habrá que desconectar la alimentación de aire de la máquina y accionar dichos mecanismos manualmente. Con periodicidad anual y duración de unos 15 minutos.

En el cabezal habrá que:

- **Verificar el estado del muelle del cilindro neumático, junta del cabezal y del retén (N.LT.11):** sustituir en caso necesario. Si no hay que sustituir tendrá una duración de 5 minutos, que variará en función del estado de dichas piezas.
- **Ajustar caudal y velocidad de apertura y cierre de la boquilla (N.LT.12):** cada cambio de formato.



Cilindro neumático



Muelle del cilindro neumático



Junta del cabezal



Retén

**Figura 24. Zonas llenadora**

Para cumplir la normativa de seguridad y salud, se aplicarán también estas tareas, que serán semestrales y duran en su conjunto 30 minutos:

- **Señalización de cuadros, mando y control (N.LT.13).** Legible y duradera.
- **Llave de anulación de seguridades (N.LT.14).**
- **Llave de cambio de formato (N.LT.15).**
- **Paros de emergencia y micros (N.LT.16)**
- **Avisos acústicos (N.LT.17A)**
- **Señales luminosas (N.LT.17B)**
- **Resguardos mecánicos de protección (N.LT.18)**
- **Mando manual (N.LT.19)**



- Escaleras, plataformas y accesos a la máquina (N.LT.20)

Llenadora y taponadora (lin.3359)							
Código	Tarea	Periodicidad	Nivel	Operarios	Duración	Total	
N.LT.01	Limpieza de tapones desechados	Semanal	1	1	10 min	3h y 30min	
N.LT.02	Comprobación estado alimentador tapones				10 min		
N.LT.03	Comprobación estado entrada y salida				5 min		
N.LT.04	Verificar nivel lubricante				15 min		
N.LT.05	Verificar estado piezas rozamiento	Trimestral			30 min		
N.LT.06	Verificar estado del vis-sin-fin	cambio de formato			5 min		
N.LT.07	Engrasar superficies no protegidas	Mensual			30 min		
N.LT.08	Engrasar puntos dotados de engrasador	Trimestral			30 min		
N.LT.09	Verificar funcionamiento electroválvulas	Anual			15 min		
N.LT.10	Verificar funcionamiento mecanismos cilindros				cambio de formato		5 min
N.LT.11	Estado muelle del cilindro, junta cabezal y retén						
N.LT.12	Ajustar caudal y velocidad	Semestral					30 min
N.LT.13	Señalización cuadros, mando y control						
N.LT.14	Llave de anulación de seguridades						
N.LT.15	Llave cambio de formato						
N.LT.16	Paros de emergencia y micros						
N.LT.17	Avisos acústicos y señales luminosas						
N.LT.18	Resguardos de protección						
N.LT.19	Mando manual						
N.LT.20	Escaleras, plataformas y accesos a la máquina						
N.LT.21	Limpieza y desinfección	Semanal			15 min		

Tabla 11. Nuevo mantenimiento llenadora y taponadora

### Pesadora (lin. 3790)

La pesadora no estaba incluida en los planes de mantenimiento, pero como se ha comprobado en el análisis de fallos, repercute en las pérdidas de producción.



Figura 25. Pesadora

- **Verificar el estado de banda (N.P.01):** que no presente suciedad, que no tenga ningún desperfecto y que esté correctamente tensada.
- **Verificar tensión de correa de transmisión/dientes (N.P.02):** tensar si aplica.
- **Avisador marcha/paro (señal luminosa) (N.P.03):** comprobar que funciona correctamente.
- **Revisar protecciones fijas (N.P.04).**
- **Limpiar bandas, células y visor de la fotocélula (N.P.05):** limpieza exhaustiva para que no falsee los resultados de medida.
- **Verificar correcta calibración (N.P.06):** puede haber pequeñas desviaciones que den lugar a rechazo y pérdida de producto. Comprobar que está dentro de los límites especificados.

Estas tareas no tienen dificultad alguna y presentan una gran importancia a la hora de que el proceso funcione correctamente, por lo que tendrá una periodicidad semanal.

<b>Pesadora (lin.3790)</b>					
<b>Código</b>	<b>Tarea</b>	<b>Periodicidad</b>	<b>Nivel</b>	<b>Operarios</b>	<b>Duración</b>
N.P.01	<b>Verificar estado de banda y limpieza</b>	Semanal	1	1	30 min
N.P.02	Verificar tensión de correa de transmisión				
N.P.03	Comprobar avisador marcha-paro				
N.P.04	Comprobar protecciones fijas				
N.P.05	Limpiar bandas, células y visor fotocélula				
N.P.06	<b>Verificar correcta calibración</b>				

**Tabla 12. Nuevo mantenimiento para pesadora**

## Etiquetadora



Figura 26. Etiquetadora (vista izquierda)



Figura 27. Etiquetadora(vista derecha)

- **Limpieza rodillos de cola (N.ET.01):** que se compruebe que cumplen correctamente su función.
- **Limpieza de platos base (N.ET.02):** comprobar que las botellas pueden deslizarse de forma adecuada.
- **Comprobación estado bomba de cola fría (N.ET.03).**
- **Lubricación engranajes y verificación desgaste de los dientes y posibles daños (N.ET.04):** sustituir si el desgaste supera el 20% o se detectan roturas.
- **Limpiar y lubricar rótulas (N.ET.05):** para acceder a la rótula, habrá que sacar cubierta guardapolvo
- **Lubricar y limpiar campana y eje (N.ET.06).**
- **Lubricar ranura de chaveta (N.ET.07).**
- **Revisar nivel de aceite en (N.ET.08):** transmisión a 90º del husillo, carrusel de salida

Las tareas mencionadas hasta ahora tendrán una periodicidad bimensual y duración de una hora.

- **Cambiar aceite en carrusel de sello de etiquetas (N.ET.09):** se hará anualmente.
- **Verificar estado de los magnetotérmicos (N.ET.10)**
- **Reapriete de manguitos (N.ET.11)** (ante posible proyección)

Para cumplir la normativa de seguridad y salud, se aplicarán también estas tareas, que serán semestrales y duran en su conjunto 30 minutos:

- **Señalizaciones de riesgos (visibles y correctas) (N.ET.12A)**
- **Señalización de cuadros legible (N.ET.12B)**
- **Correcto funcionamiento de paros de emergencia, micros y enclavamiento (N.ET.13)**
- **Verificar avisos acústicos (N.ET.14).** Sin obstrucciones a la salida
- **Señales luminosas (N.ET.15).** Suficiente luminosidad
- **Resguardos mecánicos de protección correctos y en buen estado (N.ET.16)**
- **Sistemas de acceso y escaleras de la máquina(N.ET.17)**

- **Revisar estado de entrada a la máquina (N.ET.18)**
- **Revisar banda de esponja, levas y uñas (N.ET.19)**

Etiquetadora (lin.3598)						
Código	Tarea	Periodicidad	Nivel	Operarios	Duración	Total
N.ET.01	Limpieza rodillos de cola	Mensual	1	1	30 min	2h y 15min
N.ET.02	Limpieza de platos base					
N.ET.03	Comprobación estado bomba					
N.ET.04	Lubricación engranajes	Bimensual			1 h	
N.ET.05	Verificación desgaste dientes					
N.ET.06	Limpiar y lubricar rótulas, campana y eje					
N.ET.07	Lubricar ranura de chaveta					
N.ET.08	Revisar nivel de aceite					
N.ET.09	Cambiar aceite en carrusel sello de etiquetas	Anual			15 min	
N.ET.10	Verificar estado de magnetotérmicos	Semestral			30 min	
N.ET.11	Repriete de maguitos					
N.ET.12	Señalizaciones de riesgos y cuadros					
N.ET.13	Funcionamiento paros emergencia, micros					
N.ET.14	Verificar avisos acústicos					
N.ET.15	Señales luminosas					
N.ET.16	Resguardos mecánicos					
N.ET.17	Sistemas de acceso a la máquina					
N.ET.18	Revisar estado entrada botellas					
N.ET.19	Revisar banda de esponja, levas y uñas					

**Tabla 13. Nuevo mantenimiento para etiquetadora**

## Divisor de brazos paralelos



Figura 28. Vista complete divisor de brazos paralelos



Figura 29. Imagen del divisor



Figura 30. Imagen del mecanismo del divisor



Esta máquina está incluida en la encajadora en el análisis de falos y en el mantenimiento que se realiza actualmente en la empresa. Se considera de forma separada para tener en cuenta las tareas que requiere. La duración necesaria para realizar estas tareas será de 30 min y la periodicidad bimensual.

- **Revisar la cinta transportadora (N.DBP.01):** tensión, rodillos, rodamientos y motor. Igual que cualquiera de las otras que componen la línea.
- **Lubricación de las guías en la entrada de la máquina (N.DBP.02).**
- **Revisar correa, dientes, rodamientos lineales (N.DBP.03).** Que funcione correctamente, que encaje, que la correa esté tensa.
- **Revisar estructura que no esté dañada (N.DBP.04)**
- **Comprobar estado del cableado y que esté en posición correcta (N.DBP.05).**
- **Comprobar correcto funcionamiento de los paros de emergencia y puertas (N.DBP.06).**

Divisor de brazos paralelos					
Código	Tarea	Periodicidad	Nivel	Operarios	Duración
N.DBP.01	Revisar la cinta transportadora	Bimensual	1	1	30 min
N.DBP.02	Lubricación de guías de entrada				
N.DBP.03	Revisar correa, dientes y rodamientos				
N.DBP.04	Revisar estructura				
N.DBP.05	Comprobar estado cableado				
N.DBP.06	Comprobar paros de emergencia y puertas				

Tabla 14. Nuevo mantenimiento para divisor brazos paralelos

### Girador de botellas



Figura 31

Al igual que el equipo anterior, éste estaba incluido en la encajadora. Se considera importante analizarlo por separado. Con periodicidad bimensual y duración de 30 minutos.

- **Verificar tensión de la correa y rodamientos (N.G.01).**
- **Revisar rodamientos y engrasar (N.G.02).**
- **Revisar visualmente estado de Silent-blocks (N.G.03).**
- **Revisar estructura externa (N.G.04).**
- **Correcto funcionamiento de las cremalleras (N.G.05).**
- **Comprobar que la cadena inferior funciona correctamente y no tiene ningún daño (N.G.06).**
- **Comprobar paro de emergencia (N.G.07).**

Girador de botellas					
Código	Tarea	Periodicidad	Nivel	Operarios	Duración
N.G.01	Verificar tensión correa y rodamientos	Bimensual	1	1	30 min
N.G.02	Revisar rodamientos y engrasar				
N.G.03	Revisar estado Silent-blocks				
N.G.04	Revisar estructura				
N.G.05	Comprobar funcionamiento de las cremalleras				
N.G.06	Comprobar cadena inferior				
N.G.07	Comprobar paro emergencia				

Tabla 15. Nuevo mntenimiento girador de botellas



### Encajonadora (lin.1649)



Figura 32. Encajonadora

Semanalmente habrá que:

- **Limpieza del equipo venturi (N.E.01)** hay que hacerlo diariamente y consiste en soltar la ventosa, limpiarla con pistola de aire y echarle grasa y volverlo a montar. 15 min.
- **Verificar estado de las cadenas (N.E.02)** situadas en: grupo ascensor mecánico, grupo regulación inferior compresiones y encolado, grupo encolado pestaña transversal, grupo divisor mecánico.
- **Comprobar almacén cartón (N.E.03)**
- **Verificar tensión y estado (N.E.04)** de las cadenas situadas en: grupo bancada, grupo motriz y cadenas, grupo divisor mecánico.

Cada 500 horas (MENSUAL si 16h/día) en la instalación neumática habrá que:

- **Accionar la purga de los filtros (N.E.05)** que funcionan con mecanismo manual.
- **Limpieza interna (N.E.06)** haciendo desbordar el aceite y aclarando con disolventes

- **Limpiar y engrasar (N.E.07):** los rodamientos cada 500 horas y están situados en: reenvío, regulación inferior compresiones encolado, Encolado pestaña transversal, almacén de cartones, transportador de entrada.
- **Limpiar y engrasar (N.E.08):** los carriles guía de la bancada, ascensor mecánico, compresiones, encolado pestaña transversal y cabezal de rejilla de 90º, cada 500 horas de funcionamiento de máquina.
- **Verificar si hay alguna lámina rota (N.E.09)** de la banda transportadora de entrada y sustituir si es necesario (cada 500 horas)
- **Hacer repriete general de la tornillería (N.E.10)**
- **Verificar la presión (N.E.11)** de entrada y salida del regulador de presión (presión de entrada debe ser mayor que la de salida. Para aumentar la presión de salida habrá que girar el pomo en sentido contrario).
- **Verificar el nivel de aceite (N.E.12)** en los vasos lubricadores. Si solo hay que revisar visualmente es rápido, si hay que reponer habrá que quitar el aire y supondrá unos 15 min

En los reductores se deberá:

- **Sustitución del lubricante (N.E.13)** anualmente.

Tanto los carriles guía como los rodamientos, habrá que limpiar con aire y echarle grasa mensualmente, y se tardará 15 min para cada uno.

Por último, tendremos que tener en cuenta las siguientes seguridades con periodicidad semestral:

- **Señalizaciones legibles y duraderas (N.E.14).**
- **Verificación de funcionamiento de paros de emergencia y micros (N.E.15)**
- **Verificación de funcionamiento de avisos acústicos (N.E.16)**
- **Revisión visibilidad y funcionamiento de señales luminosas de estados (N.E.17)**
- **Revisión de funcionamiento del mando manual y anulación seguridades correcta ubicación y estado de resguardos mecánicos fijos (N.E.18)**
- **Adecuada limpieza de accesos, escaleras y máquina (N.E.19)**

Encajadora (lin.1649)						
Código	Tarea	Periodicidad	Nivel	Operarios	Duración	Total
N.E.01	Limpieza equipo venturi	Diaria	1	1	30 min	6h
N.E.02	Verificar estado cadenas	Semanal			1 h	
N.E.03	Comprobar almacén cartón					
N.E.04	Verificar tensión					
N.E.05	Accionar purga de filtros	Mensual			30 min	
N.E.06	Limpieza interna				2 h	
N.E.07	Limpieza y engrasar rodamientos					
N.E.08	Limpieza y engrasar carriles, ascensor					
N.E.09	Verificar banda de entrada					
N.E.10	Hacer repriete general tornillería				30 min	
N.E.11	Verificar presión				5 min	
N.E.12	Verificar nivel aceite vasos reguladores	Anual			15 min	
N.E.13	Revisar encoladora Nordson				10 min	
N.E.14	Sustituir lubricante				30 min	
N.E.15	Señalizaciones de riesgos y cuadros	Semestral			30 min	
N.E.16	Funcionamiento paros emergencia, micros					
N.E.17	Verificar avisos acústicos					
N.E.18	Señales luminosas					
N.E.19	Resguardos mecánicos					
N.E.20	Sistemas de acceso a la máquina					

Tabla 16. Nuevo mantenimiento para encajadora

## 6.2. Justificación del nuevo plan de mantenimiento

Se presenta una tabla resumen donde se muestran los equipos, si disponen de un nuevo plan de mantenimiento, los fallos que se producen y las nuevas tareas de mantenimiento que cubren el fallo.

Se puede observar el balance producido desde la tabla 5 del apartado 5.4. hasta ahora, tras los análisis de los datos y la elaboración de los nuevos planes.

EQUIPO	NUEVO MTO.	FALLO (CÓDIGO)	NUEVA TAREA QUE CUBRE EL FALLO
Plataforma contenedores	SI	No registrado	-
Cintas Transportadoras	SI	No registrado	-
Posicionador de botellas	SI	F.PB.01	N.PB.04
		F.PB.02	Resto de tareas
		F.PB.03	Mant. Plataforma
		F.PB.04	No aplica
		F.PB.05	N.PB.01
Girador de botellas	SI	No registrado	-
Llenadora y taponadora	SI	F.LT.01	N.LT.01
		F.LT.02	N.LT.02
		F.LT.03	No aplica
		F.LT.04	N.LT.03
		F.LT.05	No aplica
		F.LT.06	Resto de tareas
Pesadora	SI	F.P.01	N.P.01
		F.P.02	N.P.06
		F.P.03	N.P.05
		F.P.04	No aplica
		F.P.05	Resto tareas
Etiquetadora	SI	F.ET.01	N.ET.02
		F.ET.02	N.ET.13
		F.ET.03	N.ET.03
		F.ET.04	N.ET.18
		F.ET.05	N.ET.01
		F.ET.06	N.ET.09
		F.ET.07-09	N.ET.19
		F.ET.10	Resto de tareas
Divisor de brazos paralelos	SI	No registrado	-
Encajadora	SI	F.E.01	Resto tareas
		F.E.02	N.E.03
		F.E.03	N.E.02
		F.E.04	N.E.19
		F.E.05	N.E.04
		F.E.06	N.E.15
		F.E.07	N.E.02
		F.E.08	N.E.13
		F.E.09	No aplica

Tabla 17. Tabla resumen justificación del nuevo plan de mantenimiento

Tanto en la plataforma como en las cintas, el girador, la pesadora y el divisor no tenían un plan de mantenimiento, por lo que se ha realizado uno. De esta manera nos anticipamos a posibles fallos y puede que se cubran los “no identificados” de las otras máquinas.

En el posicionador de botellas, el F.PB.03 se cubre con el nuevo mantenimiento de la plataforma de contenedores.

Los fallos que se cubiertos con “Resto de tareas” corresponde al fallo denominado “Otros”, ya que no pertenece a una única tarea de mantenimiento. Como no es específica, le asignamos el resto de tareas del plan.

Las tareas denominadas “no aplica” corresponden a fallos que no atañen al mantenimiento técnico de los equipos, como pueden ser problemas eléctricos o problemas de densidad.

Comprobamos que el resto de fallos ya están cubiertos por tareas incluidas en los nuevos planes de mantenimiento, donde se incluye la periodicidad y el tiempo estimado en realizarlas. De esta manera, se podrá disminuir la pérdida de producto, el tiempo de parada y así lograr el objetivo principal de este Trabajo.

## **7. Análisis de resultados y propuestas de mejora.**

### **7.1. Respecto al funcionamiento de la instalación.**

La línea 4 de la Industria Jabonera, debe tener una recopilación de datos más clara y concisa.

Actualmente, todos los activos de la empresa presentan una codificación que los distingue internamente, pero debería llevarse a cabo una implementación de este sistema de codificación. Uno tal que, según la numeración se indique la planta a la que pertenece, la línea donde se sitúa e incluso si es parte de otra máquina. De esta manera, sabiendo el número, podrá identificarse el lugar de donde procede.

Aunque la empresa precisa ya de un sistema de gestión de la documentación, llamado DOGMA, éste debe ser actualizado para que contenga toda la información posible de cada máquina. Además, debería contener la información referente al proceso que debe seguirse y la organización de la producción, especificando los encargados para cada labor.

### **7.2. Respecto al análisis de fallos global.**

Como se comenta en el apartado 4, hay un claro exceso de paradas de operación. Las paradas de operación son meramente por una falta de organización en el proceso.

Cuando se analiza por separado este tipo de paradas, se contempla que, aunque las paradas programadas dan valor al proceso, hay que hacerlas de manera más eficiente.

En las paradas programadas, el cambio de formato y producto es el aspecto clave. Es algo que es necesario pero habrá que tener en consideración que hay que realizar una mejora a la hora de efectuarlo. Deberá tenerse claro el procedimiento, contar con las provisiones necesarias para el cambio, que cada operario sea consciente de su labor y que se realice lo más rápido y correctamente posible. De esta manera, este tipo de paradas se podrá reducir considerablemente.

En las paradas de organización, sorprende visualizar que el mayor de los fallos viene dado por pausas no sustituidas. Será necesario analizar este tema para poder darle solución, mediante aumento de personal o mediante una planificación del tiempo de trabajo para los operarios de la línea.

En las paradas tecnológicas, vuelve a presentarse un problema por falta de organización. El principal factor que afecta a este tipo es la espera de producto. Deberá realizarse una mejor organización a la hora de comunicarse entre departamentos y del transporte en el interior de la empresa.

### **7.3. Respecto al análisis del mantenimiento.**

Se puede comprobar la inexistencia de algunos de los planes preventivos de los equipos que componen esta línea de producción. Esto puede deberse a falta de interés, medida innecesaria o porque finalmente no se realiza por falta de tiempo, por lo que no lo reflejan en la documentación.

De los pocos planes que presentan, tras hablar con los operarios, me reconocieron que muchas de las tareas no se realizaban. Bien porque estaban mal redactadas y no coincidían con la realidad o bien por falta de tiempo o de material necesario para realizarlas.

La empresa ya estaba poniendo medidas sobre este asunto, ya que yo misma me encargué de la elaboración de algún plan preventivo. Y así debería seguir. Todos los equipos que se encuentran en la empresa deben ir con su correspondiente archivo indicando el mantenimiento. Éste puede encontrarse en el sistema de documentación de manera que todos puedan acceder a él.

En el análisis de fallos de las paradas técnicas, referidas al mantenimiento, se contempla la verdadera necesidad de implementar los planes para llevar a una mejora de la producción.

Con la información obtenida de los operarios, los planes de mantenimiento actuales y el análisis de fallos realizado se llega a la conclusión de que todo está relacionado. Se contempla que donde se presentan los mayores fallos de cada equipo, no se refleja en el mantenimiento, que mucho de las pérdidas se produce por una falta de limpieza y cuidado, que los operarios acusan de falta de tiempo.

Por lo tanto, aunque en este Trabajo se presentan unas tareas de mantenimiento de forma de consejo, deberá realizarse un estudio con mayor profundidad y encontrar un plan donde se refleje una periodicidad regular para la realización de estas tareas que siempre sea el mismo día y a la misma hora, procurando que también requiera el mismo tiempo, de modo que se convierte en un acto rutinario y se incorpore en el proceso.

### **7.4. Respecto a la propuesta de las nuevas tareas de mantenimiento**

Se ha realizado un nuevo plan de mantenimiento preventivo, acorde a las necesidades requeridas y especificando las tareas que pretenden mitigar las pérdidas analizadas en el análisis de fallos.

Aunque la intención de este Trabajo es la creación del Plan final de mantenimiento, se precisa de un estudio con mayor detalle en la recogida de datos. Un ejemplo de esto es la estimación de la duración para realizar cada tarea. Es una información recogida por

los operarios, pero que debería ser corregida a la hora de realizar las tareas. Debería medirse correctamente el tiempo empleado e indicando, el mínimo posible. De esta manera, se obtendrá el tiempo real necesario para un mantenimiento eficiente.

También, conforme se van corrigiendo los fallos que se han ido produciendo hasta ahora, irán surgiendo otros. Por lo que, será necesario que los encargados de mantenimiento, estén continuamente corrigiendo estos errores e incluyéndolos en las tareas.

Deberá llevarse un control estricto sobre la realización del mantenimiento, anotando cualquier problema, que se realiza correctamente, quien se ha encargado de realizarlo y el tiempo empleado para ello. Teniendo este control, se podrá tomar medidas contra aquellos que no cumplan.

## **7.5. Otras posibles mejoras**

Durante el transcurso de la elaboración de este Trabajo Fin de Máster, se realizó en la empresa un plan de limpieza de la línea con la periodicidad adecuada y mencionando una a una las tareas correspondientes a cada una de las máquinas que la componen. Sería necesario, ajustar estas tareas a las de mantenimiento para que puedan realizarse periódicamente y de manera conjunta y así realizar todo con una única parada de línea.

Además, podría implementarse un sistema de documentación de mantenimiento que diera aviso de cuándo debe realizarse cada tarea, dónde, quién, para que después pueda justificarse que se ha realizado y haya un registro de estos movimientos. De esta manera, será más sencillo su cumplimiento y se hará constancia de las provisiones necesarias en el momento adecuado.

Para finalizar, lo más importante es hacer un cambio en la cultura organizativa, salir del punto de confort y actualizar los procesos a las necesidades presentes. Así se conseguirán los objetivos de mejora de producción y mayor efectividad.

Para conseguir este último punto, será necesario conocer el tipo de cultura que se desea para la empresa y que elementos deben cambiar para lograrse. Deben olvidarse los viejos valores y conductas para aprender los nuevos. Para llegar a este fin debe haber apoyo de parte de los ejecutivos, que lideren el cambio modificando sus propios comportamientos y una buena formación en todos los miembros de la organización para que todos conozcan lo que se espera de ellos.



## 8. Conclusiones

Una vez realizado el estudio de todos los aspectos que afectan a la línea de llenado y envasado desde el punto de vista de mantenimiento se puede concluir que es necesario una acción urgente que mejore la situación en aspectos organizativos.

Para la empresa Linasa, sería de gran interés cambiar el enfoque actual de su estructura organizativa intentando mejorar su eficacia y haciéndola más eficiente. Hay que llevar a cabo planes de erradicación de pérdidas en la producción y eliminación de desperdicios.

Como conclusiones finales de este Trabajo Fin de Grado se tiene que:

- Se ha realizado un estudio sobre la situación actual de la planta en cuanto a funcionamiento y operación. Para ello ha efectuado una recogida de información sobre: el funcionamiento de la línea al completo, los equipos que forman la línea, las funciones de cada equipo.
- Se ha hecho un análisis del mantenimiento que en la actualidad se realiza en la planta, incluyendo: un estudio del actual sistema de gestión documental, recogida de datos y desglose detallado de las actuaciones referentes a los Planes de Mantenimiento y un estudio de estas actuaciones, correspondientes a cada uno de los equipos.
- Dada la incertidumbre sobre ciertos datos recogidos, se ha efectuado un cotejo de la información relativa a las actuaciones (tanto con manuales, como con operarios).
- Se han analizado los fallos más significativos de la planta realizando una investigación de posibles fallos de línea intentando determinar el origen del fallo y los posibles efectos que producirían estas averías.
- Se han obtenido tablas con las que se relacionan los fallos de la línea con la situación actual de mantenimiento.
- Se ha presentado una nueva estructuración en la programación del plan de mantenimiento preventivo
- Finalmente, se ha hecho una presentación de los problemas más urgentes de la línea y se han propuesto mejoras en los planes preventivos para solucionar algunos de los problemas encontrados en la planta, pero, debería analizarse la organización de la empresa al completo, ya que con medidas simples, se podrían lograr mejoras muy significativas en la eficiencia de la planta.

Como propuestas para continuar con la mejora del pla de mantenimiento y así de toda la planta en general, se sugiere:

- Realizar un plan de periodicidad regular donde se incluyan las paradas de mantenimiento y de limpieza, para optimizar las paradas de la línea.
- Implementar un sistema de documentación con aviso automático de las tareas correspondientes.
- Cambio de cultura organizativa que diera formación tanto a los encargados como a los operarios para mentalizar de la necesidad de mejora y llevarla a cabo.

## 9. Bibliografía

- [1] Gestión del mantenimiento industrial. A. Kelly, M.J. Harris (1997)
- [2] Teoría del mantenimiento industrial. Fraçois Monchy. MASSON, S.A. (1990)
- [3] Maintenance fundamentals, R. Keith Mobley (2004)
- [4] TPM en industrias de procesos. Takutaro Suzuki TGP, HOSHIN, S.A. (1995)
- [5] Gestión del mantenimiento de los equipos productivos, Lluís Cuatrecasas Garbós, Díez de Santa (2012)
- [6] Manuales maquinaria



2Lx9						TOTAL SEMANA								TOTAL SEMANA2								TOTAL SEMANA3								TOTAL SEMANA 4								ACUM
1. Paradas mto preventivo						0,00	0,00	0,00	0,00	60,00	60,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,00	0,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,00	0,00	15,00	27,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,00						
Paradas técnicas						70,00	192,00	0,00	0,00	18,00	280,00	21,00	0,00	176,00	14,00	0,00	0,00	211,00	108,00	97,00	76,00	0,00	0,00	0,00	281,00	46,00	118,00	114,00	29,00	0,00	0,00	307,00						
Avería eléctrica						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
Espera matenimiento						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
2. Paradas mto correctivo						70,00	192,00	0,00	0,00	18,00	280,00	21,00	0,00	176,00	14,00	0,00	0,00	211,00	108,00	97,00	76,00	0,00	0,00	0,00	281,00	46,00	118,00	114,00	29,00	0,00	0,00	307,00						
Paradas programadas						145,00	85,00	35,00	124,00	62,00	451,00	32,00	0,00	190,00	25,00	80,00	0,00	327,00	147,00	80,00	141,00	67,00	96,00	0,00	531,00	87,00	113,00	150,00	55,00	0,00	0,00	405,00						
Paradas organización						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,00	27,00	0,00	55,00	29,00	28,00	0,00	139,00	30,00	81,00	54,00	30,00	0,00	0,00	195,00						
Paradas tecnológicas						15,00	0,00	928,00	189,00	29,00	1161,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	4,00	22,00	0,00	0,00	0,00	51,00	100,00	18,00	0,00	30,00	0,00	0,00	148,00						
3. Paradas operación						160,00	85,00	963,00	313,00	91,00	1612,00	56,00	0,00	190,00	25,00	80,00	0,00	351,00	199,00	84,00	218,00	96,00	124,00	0,00	721,00	217,00	212,00	204,00	115,00	0,00	0,00	748,00						

[illegible][illegible]

						SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4		ACUMULADO
Cambio de contenedor	0,00	10,00	0,00	0,00	12,00	22,00	18,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	5,00	48			
Atranque embudos	0,00	57,00	0,00	0,00	0,00	57,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	72,00	12,00	0,00	0,00	84,00	141			
Fallo electrico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0			
Transportador y Cintas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0			
Otros	0,00	16,00	0,00	0,00	0,00	16,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	5,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6			
TOTAL POSIMAT	0,00	83,00	0,00	0,00	12,00	95,00	18,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	23,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,00	0,00	0,00	77,00	12,00	0,00	0,00	89,00	247		
Atranque en entrada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0			
Problemas de llenado	20,00	6,00	0,00	0,00	0,00	26,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,00	0,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4			
Alimentador tapones	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42			
Roscador	0,00	19,00	0,00	0,00	0,00	19,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,00	10,00	0,00	0,00	0,00	50,00	69			
Atranque salidad	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0			
Fallo electrico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0			
Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0			
TOTAL LLENADORA	20,00	25,00	0,00	0,00	0,00	45,00	42,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,00	0,00	0,00	15,00	0,00	0,00	15,00	0,00	40,00	10,00	0,00	0,00	0,00	50,00	152		
Problema rechazo	13,00	8,00	0,00	0,00	6,00	27,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30			
Celula de carga	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0			
Problema electrico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0			
Calibracion	0,00	29,00	0,00	0,00	0,00	29,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29			
Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0			
TOTAL PESADORA	13,00	37,00	0,00	0,00	6,00	56,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	56			
Atranque entrada	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	10,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	5,00	29			
Carro etiquetas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0			
Problema electrico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,00	52			
Bomba cola fria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,00	0,00	0,00	0,00	32,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32			
Rodillo traspaso de etiquetas	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10			
Banda de esponja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0			
Fallo levas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0			
Fallo platos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	89,00	0,00	0,00	0,00	0,00	89,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	89			
Fallo uñas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0			
Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0			
TOTAL ETIQUETADORA	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00	119,00	0,00	0,00	0,00	0,00	119,00	0,00	0,00	32,00	10,00	0,00	42,00	22,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	27,00	208		
TOTAL DIVISOR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20			
Cadena de arrastre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0			
Problema freno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,00	0,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15			
Almacen carton	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	99,00	14,00	0,00	0,00	113,00	0,00	0,00	13,00	0,00	0,00	13,00	18,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	24,00	158		
Equipo Nordson	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0			
Problema de Ajustar caja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	64,00	0,00	0,00	0,00	64,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	10,00	74		
Patin calle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25			
Problema electrico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0			
Rejilla de descarga	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2			
Otros	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	68,00	7,00	10,00	0,00	85,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	78,00	0,00	17,00	0,00	0,00	95,00	194		
TOTAL ENCAJADORA	8,00	10,00	0,00	0,00	0,00	18,00	5,00	35,00	167,00	36,00	10,00	0,00	253,00	4,00	64,00	13,00	0,00	0,00	81,00	24,00	78,00	16,00	17,00	0,00	0,00	135,00	487		
TOTAL PARADAS TECNICAS	41,00	175,00	0,00	0,00	18,00	234,00	68,00	154,00	182,00	36,00	10,00	0,00	450,00	4															

						SEMANA 1								SEMANA 2								SEMANA 3								SEMANA 4 ACUMULADA							
Cambios formato	0,00	15,00	0,00	40,00	0,00	55,00	161,00	0,00	140,00	60,00	135,00	0,00	496,00	40,00	40,00	42,00	140,00	44,00	0,00	306,00	20,00	45,00	25,00	0,00	0,00	0,00	90,00										
Cambio cajas	0,00	0,00	0,00	15,00	0,00	15,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	5,00										
Cambio producto	60,00	50,00	20,00	34,00	57,00	221,00	0,00	26,00	30,00	45,00	0,00	0,00	101,00	35,00	20,00	64,00	72,00	37,00	0,00	228,00	37,00	20,00	60,00	50,00	0,00	0,00	167,00										
Cambio etiquetas	15,00	20,00	5,00	35,00	5,00	80,00	15,00	0,00	15,00	0,00	25,00	0,00	55,00	25,00	20,00	25,00	10,00	15,00	0,00	95,00	5,00	25,00	35,00	0,00	0,00	0,00	65,00										
Desinfección llenadora	44,00	0,00	0,00	0,00	0,00	44,00	27,00	0,00	0,00	15,00	0,00	0,00	42,00	47,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	57,00	25,00	18,00	10,00	0,00	0,00	0,00	53,00										
Otras	26,00	0,00	10,00	0,00	0,00	36,00	15,00	0,00	28,00	5,00	23,00	0,00	71,00	0,00	0,00	0,00	122,00	0,00	0,00	122,00	0,00	5,00	15,00	5,00	0,00	0,00	25,00										
TOTAL PROGRAMADAS	145,00	85,00	35,00	124,00	62,00	451,00	218,00	32,00	213,00	125,00	183,00	0,00	771,00	147,00	80,00	141,00	344,00	96,00	0,00	808,00	87,00	113,00	150,00	55,00	0,00	0,00	405,00						2				
Fallo operario	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,00										
Pausa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,00	25,00	25,00	0,00	25,00	0,00	99,00	27,00	0,00	55,00	59,00	28,00	0,00	169,00	30,00	58,00	54,00	30,00	0,00	0,00	172,00										
Arranque	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00										
Seg. Y salud	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00										
TOTAL ORGANIZACIÓN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,00	25,00	25,00	0,00	25,00	0,00	99,00	27,00	0,00	55,00	59,00	28,00	0,00	169,00	30,00	81,00	54,00	30,00	0,00	0,00	195,00										
Espera producto	0,00	0,00	837,00	60,00	25,00	922,00	0,00	420,00	0,00	0,00	0,00	0,00	420,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						1				
Falta calidad	0,00	0,00	91,00	90,00	4,00	185,00	210,00	0,00	0,00	65,00	22,00	0,00	297,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	100,00	18,00	0,00	30,00	0,00	0,00	148,00										
Problemas densidad	0,00	0,00	0,00	39,00	0,00	39,00	0,00	20,00	14,00	8,00	27,00	0,00	69,00	25,00	0,00	22,00	80,00	0,00	0,00	127,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00										
Botellas bolladas	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00										
TOTAL TECNOLÓGICAS	15,00	0,00	928,00	189,00	29,00	1161,00	210,00	440,00	14,00	73,00	49,00	0,00	786,00	25,00	4,00	22,00	80,00	0,00	0,00	131,00	100,00	18,00	0,00	30,00	0,00	0,00	148,00						2				
TOTAL ORGANIZACIÓN	160,00	85,00	963,00	313,00	91,00	1612,00	452,00	497,00	252,00	198,00	257,00	0,00	1656,00	199,00	84,00	218,00	483,00	124,00	0,00	1108,00	217,00	212,00	204,00	115,00	0,00	0,00	748,00						5				